DIE TIBIASCHAFTFRAKTUREN UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER NACHBEHANDLUNG

Sigrid Lechner

1981

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546818_0047

Aus der chirurgischen Poliklinik der Universität München

Direktor: Prof. Dr. F. K. Holle

DIE TIBIASCHAFTFRAKTUREN
UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER NACHBEHANDLUNG

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Sigrid Lechner
aus
München

München 1981

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. F. Holle
Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 20. 10. 1981

UNIV. LEIDEN BIBL.

DISSERTATIONS - UND FOTODRUCK FRANK GmbH
8000 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2809090

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. Allgemeiner Teil	1 - 22
I. Die Fraktur	
1. Frakturentstehung	1
2. Bruchformen	1
3. Frakturen beim Kind	2
4. Besonderheiten am Unterschenkel	2
5. Arbeitsmedizin und Versicherungstechnik	3
6. Diagnostik	3
II. Die Frakturheilung	
1. Histologie	5
2. Voraussetzungen	6
3. Besonderheiten bei Kindern	6
4. Besonderheiten am Unterschenkel	6
III. Die Therapie	
1. Ziele der Therapie	8
2. Methoden und Maßnahmen	8
3. Osteosyntheseverfahren	10
a) interfragmentäre Verschraubung	10
b) Plattenosteosynthese	10
c) Zuggurtung	11
d) intramedulläre Kraftträger	12
e) Fixateur externe	12
f) Verbundosteosynthese	12
g) prothetischer Ersatz	12
4. Materialentfernung	12
5. Indikationen	13
6. Besonderheiten bei Kindern	15
7. Besonderheiten am Unterschenkel	16
IV. Komplikationen	
1. Posttraumatische Osteomyelitis	17
2. Pseudarthrose und non-union	17

	Seite
3. Osteomylitis und Literaturdiskussion	18
4. Versicherungstechnik	22
B. Methodik	23 - 26
C. Spezieller Teil	27 - 82
I. Patientengut	
1. Anzahl und Altersverteilung	27
2. Monatsverteilung der Unfälle	28
3. Hauptursachen	29
II. Die Frakturen	
1. Allgemein	31
2. Lokalisation	31
3. Frakturarten	31
4. Unfallursache und Frakturart	32
5. Zusatzverletzungen	32
III. Therapie	
1. Vorbehandlung	34
2. Konservative Behandlung	35
3. Operative Verfahren	35
a) Markraumnagelung	35
b) Schraubenfixation	35
c) AO-Platte	36
c1) Anwendung	36
c2) Plattenlänge	36
d) Zusatzmaßnahmen	37
e) Fibula	38
4. Übungs- und Belastungsstabilität	38
IV. Nachbehandlung	
1. Allgemein	40
2. Bei konservativer Versorgung	40
3. Bei operativer Versorgung	41
a) Markraumnagelung	41
b) Plattenosteosynthese	41

Seite

b1) Patientengut 41
b2) Belastungszeiten 43
c) Abhängigkeit der Heildauer 45
c1) Beginn mit Fersenkontakt 45
c2) Beginn mit zunehmender Belastung 49
c3) Abhängigkeit der Heildauer von den Frakturarten 52
c4) Vergleich 53
d) Vorbehandlung 53
4. Ergebnis 54

V. Komplikationen
1. Allgemein 55
2. Störungen der Wundheilung 55
3. Störungen der Knochenbruchheilung 56
a) Unruhekallusbildung 56
b) Fehlende Konsolidierung ohne Unruhekallus 56
4. Störungen mit Veränderungen im Implantat 57
a) Schraubenlockerung 57
b) Plattenverbiegung und Plattenbruch 57
5. Zusammenfassung 58
a) Vergleich der Fälle mit Komplikationen mit dem Gesamtpatientengut 60
b) Plattenlänge und Komplikationen 60
c) Übungsbeginn und Komplikationen 61

VI. Dauer von stationärem Aufenthalt, Behandlung und Arbeitsunfähigkeit
1. Stationärer Aufenthalt 63
2. Behandlungsdauer 66
3. Arbeitsunfähigkeit 71
4. Zusammenfassung 74

VII. Heilerfolge
1. Allgemein 76
2. Orthopädische Hilfsmittel 76
3. Objektive Befunde 76
4. Objektive und subjektive Bewertung 78

	Seite
VIII. Diskussion	80
D. Zusammenfassung	83 - 84
E. Literatur	85 - 93

A. Allgemeiner Teil

I. Die Fraktur

1. Frakturentstehung

Eine Fraktur, das heißt eine vollständige Kontinuitätstrennung des Knochens, entsteht auf Grund eines Mißverhältnisses zwischen Stabilität des Knochens und einwirkender Kraft. Beim pathologisch, zum Beispiel durch Zysten oder Tumoren veränderten Knochen kann schon die durch normale Muskel- und Gewichtsbeanspruchung auftretende Belastung zu einer Spontanfraktur führen. Auch chronisch falsche und extrem häufige Beanspruchungen, die allein noch keine Veränderungen bewirken, können zum Knochenbruch führen. Hierfür wurden Begriffe wie Ermüdungsbruch oder schleichende Fraktur geprägt. Am häufigsten ist jedoch die traumatische Fraktur, der Gewaltbruch, der durch eine direkt oder indirekt einwirkende Kraft entsteht und je nach Richtung und Art zum Teil sehr typische Bruchformen zeigt.

2. Bruchformen

Neben der vollständigen Kontinuitätstrennung des Knochens kann auch eine Fissur oder eine Impression auftreten, deren Diagnose sehr viel schwieriger, aber ebenso wichtig ist. Bei den klassischen Bruchformen lassen sich unterscheiden: der quere, schräge, spiralförmige, gestauchte Bruch mit und ohne Keil, der Stückbruch, Abbruch, Abriß-Bruch, Mehretagenbruch oder im Extremfall der völlige Trümmerbruch. Die Fraktur kann ohne Verletzung der Haut als geschlossene Fraktur bestehen, oder es liegt eine Verbindung vor zwischen Körperoberfläche oder Körperhöhle und Fraktur. Bei diesen offenen Frakturen kann ein Teil des Knochens verloren gehen; der Defekt muß bei der Therapie berücksichtigt werden. Weitere Einflüsse auf Heilung und spätere Funktion haben die Begleitverletzungen der umgebenden Weichteile, Gefäße als nutritive, Nerven als motorisch-sensible Komponenten einer ungestörten Mechanik, ebenso eventuelle Haupt- oder Muskeldefekte. Zudem ist eine offene Fraktur immer als potentiell infiziert anzusehen, gleichgültig, ob sie während der Entstehung oder den

therapeutischen Maßnahmen Kontakt mit der äußeren Umgebung hatte.

3. Frakturen beim Kind

Obwohl Kinder aufgrund ihres im Spiel oft ungestümen und unüberlegten Verhaltens häufig kleinere Weichteilverletzungen davontragen, sind Knochenbrüche bis in die Pubertät eher selten. Geringere Krafteinwirkungen federt der Knochen gut ab, da er noch nicht in dem Maße wie beim Erwachsenen mineralisiert ist. Zudem ist der Periostschlauch stark ausgebildet und hält, solange er nicht auch verletzt ist, zwei getrennte Knochenfragmente auf Länge in alter Stellung. Diese Grünholzfrakturen sind auch röntgenologisch nicht einfach festzustellen und werden gelegentlich (und meist ohne Folgeschäden) übersehen. Ernstere Auswirkungen kann eine Bruchverletzung im Bereich der Epiphysenfugen haben, wenn die Frakturlinie direkt durch sie hindurchläuft, während eine reponierte Epiphysenlösung meist ohne Wachstumsschaden heilt (10, 49, 61).

4. Besonderheiten am Unterschenkel

Die häufigste Ursache einer Fraktur im Unterschenkelbereich stellt der Verkehrsunfall dar. Entsprechend der Stoßstangenhöhe finden sich hier meist Biegungsbrüche, oft mit Keil, oder bei breitflächigem Aufprall Stück- oder Mehretagenbrüche. Knochenfortsätze können durch ansetzende Sehnen oder Bänder, zum Beispiel durch ein Schleifen auf dem Boden, abgerissen werden. Eine gleichzeitige Drehbewegung führt zum spiralförmigen Bruch. Deshalb findet man solche Drehbrüche bevorzugt bei Schifahrern und Fußballspielern. Bei einem Sturz, besonders durch Fallen, muß der Unterschenkel das ganze Körpergewicht und die Beschleunigungsenergie abfangen, hier kam es zu gestauchten Frakturen, zumeist kombiniert mit zusätzlichen Brüchen: Die typische Verletzungskette kann das Fersenbein, die Unterschenkelknochen, Oberschenkelhals, Becken und Wirbelsäule gleichzeitig betreffen (25, 64).

5. Arbeitsmedizin und Versicherungstechnik

Ein Teil der Verkehrsunfälle fallen als Wegeunfälle der Unfallversicherung zur Last; besonders interessant aber, weil durch Prophylaxemaßnahmen beeinflußbar, sind die Unfälle während der eigentlichen Arbeit. Zum einen sind es Verletzungen durch Ausgleiten oder Fallen, zum anderen durch zu engen Kontakt mit Maschinen und Arbeitsmaterialien. Oft entstehen dabei Verletzungen mit besonders verschmutzten Wunden. Persönliche emotionale Belastungen und Alkohol, mangelnde Sorgfaltspflicht bis hin zum Leichtsinn sowie Probleme in der Arbeitsplatzgestaltung müssen als Ursachen angesprochen werden. Strenge arbeitsmedizinische und technische Vorschriften versuchen hier zu präventieren. Der Arbeitsplatz wird technologisch, fertigungstechnisch, wirtschaftlich und arbeitswirtschaftlich, organisatorisch, anatomisch-biomechanisch und physiologisch, arbeitsmedizinisch, arbeitshygienisch und sicherheitstechnisch sowie psychologisch und soziologisch durchkonzipiert. Die Schutzmaßnahmen lassen sich aber oft aus Bequemlichkeit oder durch Nichtbeachtung einfach umgehen.

Für die Hausfrau liegen bei ihrer Arbeit die Verletzungsmöglichkeiten ähnlich. Es wird versucht, in Presse, Funk und Fernsehen verstärkt auf Gefahren und ihre Vermeidungsmöglichkeiten hinzuweisen. Denn obwohl viele kleinere Verletzungen den Versicherungen erst gar nicht gemeldet werden, entstehen jedes Jahr durch diese Unfälle immense Kosten und Folgekosten (45).

6. Diagnostik

"Der vollständige Kontinuitätsverlust jedes größeren Knochens verursacht so starke Funktionsstörungen der Extremität, daß die Frakturdiagnose durch eine oberflächliche Untersuchung gestellt werden kann. Unvollständige oder eingestauchte Frakturen gehen jedoch manchmal mit relativ geringen örtlichen Schmerzen und Veränderungen einher, sogar mit Hilfe technisch einwandfreier Röntgenbilder kann die Diagnose nicht immer einwandfrei gestellt werden." (5)
Sogenannte sichere Knochenbruchzeichen sind: Formabweichung, abnorme Beweglichkeit, Krepitation und, bei offenen Frakturen, Sichtbarwerden des Bruches. Unsicherer sind gestörte oder aufge-

hobene Gebrauchsfähigkeit oder Schmerz - Schwellung - Hämatom als Hinweise einer lokalen Fraktursymptomatik. Zudem ist festzustellen, ob peripher der Fraktur Motorik, Sensibilität und Durchblutung gestört sind. Obligatorisch ist bei jedem Verdacht auf Knochenbruch eine Röntgenuntersuchung mit Aufnahmen in zwei Ebenen, evtl. mit kontralateralen Vergleichsaufnahmen beim Kind oder in Gelenksnähe. Hier können auch Spezialaufnahmen nötig werden, wie Schrägaufnahmen, Tomographien oder Arteriographien. Exakte Röntgenaufnahmen sind auch für die manuelle oder chirurgische Reposition unerläßlich. Gefäßverletzungen können angiographische Untersuchungen erforderlich machen, pathologische Frakturen erfordern eine weitreichende Diagnostik zur Abklärung eines Primärtumors bzw. von weiteren Metastasen, wobei sich zur Metastasensuche am Skelett die Ganzkörperszintigraphie empfiehlt.

II. Die Frakturheilung

1. Histologie

Die Träger der Knochenneubildung zur Frakturheilung sind die Fibroblasten aus den drei Blastemen Endost, Haverssches System und Periost. Bei innigem Kontakt der Fragmente heilt der Knochen primär: Die perivaskulären Fibroblasten werden binnen weniger Tage zu Osteoblasten und Osteoklasten aktiviert, die die spaltnahen Areale auffüllen und durch Resorption neue Osteonkanäle schaffen. Die Anbaugeschwindigkeit beträgt dabei etwa 50 bis 80 µm pro Tag. Diese neuen Osteone sind kürzer und öfter verzweigt als die ursprünglichen. Der Bestand an Knochensubstanz bleibt dabei in etwa immer gleich, die Zahl der Osteone pro Fläche kann sich erhöhen, zum Beispiel bei einer verlängerten Lebensdauer durch Mineralisationsstörungen, oder durch verstärkte hormonelle Aktivierung wie bei primären Hyperparathyreoidismus. Nach einigen Wochen baut sich der Geflechtknochen in lamellären Knochen um. Die Fertigstellungsgeschwindigkeit ist speziesabhängig und liegt für das Kaninchen bei vier Wochen, für den Hund bei acht bis zehn Wochen (22). Beim Menschen sind nach etwa zwölf Wochen erst ein Drittel bis die Hälfte der Kanäle aufgefüllt. In diesem Zustand gilt ein Bruch aber bereits als geheilt, er kann wieder voll belastet werden. Die Wiederherstellung eines normalen Knochenbildes mit Markkanal, funktioneller Trabekelstruktur und Fett- und Markzellen dauert bei den meisten größeren Knochen etwa ein Jahr. Schwankungen individueller Art ergeben sich durch das Alter des Patienten, die Länge der Frakturlinien, der Lokalisation und der Vaskularisation der Fraktur (6, 50).

Bei einer Spaltheilung beobachtet man eine echte Knochenneubildung, die an die embryonale und fetale Knochenbildung erinnert. Schon nach wenigen Stunden sprießen Gefäße in das Frakturhämatom ein, und nach ein bis zwei Tagen beginnt sich ein primitiver Faserknochen zu bilden. Er ist Grundputz und Leitstruktur für die folgende lamelläre Umbildung, gleichzeitig ein frühzeitiger biologischer Stabilisator der Fraktur (50).

2. Voraussetzungen

Eine Knochenheilung (Kallus- oder Primärheilung) kann nur nach Ausschaltung jeglicher mechanischer Irritation erfolgen. Für eine ungestörte Frakturheilung sind drei Voraussetzungen Bedingung:

1. Ruhigstellung der Fragmente
2. enger Kontakt der Fragmente
3. ausreichende Vaskularisation des Frakturgebietes (34).

Ist eine genügende Ruhigstellung nicht gegeben, oder besteht ein kleiner Spalt zwischen den beiden Fragmenten, so bildet sich ein Reizkallus, dessen zunehmende Verdichtung sich im Röntgenbild gut verfolgen läßt. Binnen der ersten zwei Wochen nach Frakturentstehung ist der Reiz zur Heilung am größten. Zugbelastungen fördern die Bildung von Bindegewebe, Kompression die Neubildung von Knochensubstanz. Durch günstige Muskel- und Sehnenspannung kann so die Heilung gefördert, durch ungünstige gehemmt oder verhindert werden (23, 42, 49, 56).

3. Besonderheiten bei Kindern

Bei Kindern findet sich ein starke und schnelle Kallusbildung, der Bruch ist binnen weniger Tage fixiert. Achsenknicke können sich - im Gegensatz zum erwachsenen Skelett - im Zuge des Dickenwachstums weitgehend ausgleichen.

Torsionsfehlstellungen allerdings bleiben wie beim Erwachsenen bestehen. Viele Schaftbrüche zeigen ein überschießendes Längenwachstum, während sie beim Adoleszenten oft verkürzt zusammenheilen. Kindliche Frakturen des Unterschenkels werden aber meist konservativ versorgt und heilen hierbei eher verkürzt zusammen. Im Ganzen wirken sich diese Längenveränderungen nur selten stärker aus. Schiefgestellte Epiphysenfugen richten sich im Zuge des Längenwachstums wieder auf, echte Epiphysenfrakturen heilen aber mit Gelenkstufen und partieller Epiphyseodese (49, 61).

4. Besonderheiten am Unterschenkel

Eine isolierte Parierfraktur der Fibula in den oberen drei Vierteln heilt knöchern ohne besondere Maßnahmen, da eine Schie-

nung durch die Tibia gegeben ist. Bei Fibulafrakturen vom Typ Maisonneuve sowie bei Frakturen im unteren Viertel ist zumeist das Sprungelenk mit betroffen, hier muß entsprechend behandelt werden. Die Tibia ist von allen größeren Knochen des menschlichen Skeletts am wenigsten von Weichteilen geschützt, antero-medial bedecken sie lediglich Haut, subkutane Faszie und Periost. Durch die hier besonders häufig angreifenden direkten Kräfte und Torsionsmechanismen sind die Frakturen der Tibia gerade antero-medial häufig eröffnet (24, 25, 56, 57).

III. Die Therapie

1. Ziele der Therapie

Angestrebt wird eine Restitutio ad integrum mit anatomisch fixierten Frakturfragmenten bis zur Bruchheilung. Eine begleitende Übungstherapie soll die ursprüngliche Funktion wieder herstellen (34).

2. Methoden und Maßnahmen

Mitentscheidend für den Verlauf sind die Erstmaßnahmen am Unfallort:

1. lokal
   a) Ruhigstellung der Fraktur, z.B. in einer Luftkammerschiene
   b) Hochlagerung
   c) Kühlung
2. systemisch
   a) Schmerzbekämpfung
   b) Schockprophylaxe bzw. Schocktherapie
   c) schonender Transport

Die Reposition sollte dann im Krankenhaus möglichst bald erfolgen, besonders, wenn die Frakturfragmente auf Weichteile, Nerven oder Gefäße drücken. Allerdings werden größere Fehlstellungen und Luxationsfrakturen schon am Unfallort unter Zug eingerichtet, da hier die Gefahr der Gefäß- und Nervenschädigung und die der Hautdurchspießung per primam größer ist. Nicht tolerierbar sind Achsenknicke, Drehfehler oder Diastase, tolerierbar bei Schaftbrüchen sind leichte Seitenverschiebungen oder Verkürzungen. Offene Frakturen werden noch am Unfallort steril verbunden und erst unter aseptischen Operationsbedingungen wieder eröffnet, exzidiert, eingerichtet und fixiert. Geschädigte Nerven und Gefäße werden rekonstruiert, die Wunden spannungslos verschlossen oder mit Spalthaut abgedeckt. Antibiotika, Tetanus- und eventuell Gasbrandprophylaxe runden die Erstversorgung ab (28, 33, 40, 44).

Die Retention kann konservativ oder operativ erfolgen. Der Gipsverband dient am häufigsten zur Ruhigstellung am Bewegungsapparat, neben einer Extension, die zusätzlich Verkürzungen ver-

meiden und Achsenfehler und Drehfehler geringfügig korrigieren kann. Ein Gipsverband ist schnell anzumodellieren, er erfordert nicht den Aufwand einer Operation und ist relativ billig, er hinterläßt keine Operationsnarbe und immobilisiert die Fraktur ausreichend, aber nie absolut. Es bildet sich als Zeichen der Mikrobewegungen immer ein Kallus, der sekundär umgewandelt werden muß. Da die der Fraktur benachbarten Gelenke mit in den Verband einbezogen werden müssen, drohen Immobilisationsschäden an Gelenken, Muskeln, Sehnen und Knochen. Schwellungen und ein schon von vorneherein zu enger Gips oder nicht gespaltener Zirkulärgips beinhalten die Gefahr von Drucknekrosen an der Haut, Nervenlähmungen und Durchblutungsschäden bis hin zur Volkmannschen Kontraktur. Die Patienten sind zumeist eine längere Zeit bettlägerig und werden dadurch zu einer passiven Einstellung zu ihrer Heilung verleitet. Immobilisierung bedeutet auch immer absolute Arbeitsunfähigkeit und mehr oder weniger Pflegebedürftigkeit (40, 45, 66).

Eine innere Fixierung einer Fraktur erfordert meist eine offene Reposition. Hieraus ergibt sich die Gefahr der Infektion durch Verunreinigung der Wunde, die Gefahr der weiteren Verletzung des Gewebes durch die Operation, und durch das Abpräparieren von Periost eine verminderte Durchblutung bis zur Devitalisierung der Fragmente. Notwendig wird eine innere Fixierung bei größeren Nerven- oder Gefäßverletzungen, die der operativen Revision bedürfen, bei Interposition von Muskeln oder Weichteilen, bei schon primär offenen Frakturen, bei unstabilen Schrägfrakturen, zur Vermeidung von längerer Bettruhe oder zur Erleichterung der Pflege von Polytraumatisierten, und nach Umstellungsosteotomien sowie zur Deckung größerer Defekte. Vorteile einer Osteosynthese liegen in der exakten Einrichtung einer Fraktur mit möglicher Übungs- oder sogar Belastungsstabilität, so daß Immobilisationsschäden selten und das Thromboembolierisiko niedrig sind. Der Krankenhausaufenthalt kann verkürzt und die Kosten vermindert werden (24, 25, 40, 56).

Die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, gegründet 1958, hat eine Reihe von Verfahren verbessert, die sich inzwischen allgemein durchgesetzt haben. Voraussetzung war die Ent-

wicklung austhenitischer, absolut korrosionsfester untoxischer Stähle und exakte biomechanische Forschung. Heilkomponenten sind intramedulläre Kraftträger oder axiale oder interfragmentäre Kompression. Bei einer stabil und unter Druck fixierten, ausreichend vaskularisierten Fraktur durchbaut sich der Bruchspalt ohne sichtbare periostale oder endostale Kallusbildung im Sinne der primären Knochenbruchheilung (7, 34).

3. Osteosyntheseverfahren

a) Interfragmentäre Verschraubung

Sie ist vielseitig anwendbar, entweder als primäres Fixationsmittel oder mit einer Platte als Schiene. Hauptanwendungsgebiet der alleinigen Verschraubosteosynthese stellen lange Spiralfrakturen und intraartikuläre Frakturen dar, oder bei Schenkelhalsfrakturen von Kindern ohne Fragmentdistraktion, und bei Frakturen kleiner Röhrenknochen, zum Beispiel an Hand oder Fuß. Zusammen mit Drahtschlingen werden die Schrauben zur Fixation von Bänderabrissen verwendet, und zusammen mit Plattenosteosynthesen, um bei Mehrfragmentbrüchen die einzelnen Teile untereinander zu verbinden (23, 36).

b) Plattenosteosynthesen

Bei einer Plattenosteosynthese drückt die Schraube die Platte axial an den Knochen, während die Platte die Fraktur selbst komprimieren soll. Eine Vorspannung der Platte durch Vorbiegen, durch einen abnehmbaren Plattenspanner, durch Zugschrauben oder bei dynamischen Kompressionsplatten durch Ausnützen des sphärischen Gleitprinzips erhöht die Stabilität im Fraktur-Inplantat-Bereich. Auch die Spongiosaplastik wirkt in dieser Richtung (5).

PERREN hat die Mechanik der Plattenstellschraube genauer untersucht und einige technische Forderungen aufgestellt. Beim exzentrischen Eindrehen von Schrauben kommt es durch die Kompressionsveränderungen beim Anziehen zu einer Torsionsbelastung des Knochens, die durch Reibekräfte übertragen wird. Es können peroperativ Risse auftreten oder später Spontanfrakturen. Durch ähnliche Reibekräfte hält sich die Schraube im Gewinde. Die Gewindeform darf daher nur Druckkräfte vermitteln, möglichst wenig

Scherkräfte. Um den Druckabfall interfragmentär, der durch den Haversschen Umbau in zwei Monaten etwa die Hälfte beträgt, möglichst langsam und gleichmäßig zu gestalten, sollte das Gewinde vorgeschnitten werden, da bei selbstschneidenen Schrauben Mikrofrakturen den Halt vermindern. Der Knochenanteil, der in das Gewinde einwächst, ist weicher als der Stahl. Zur optimalen Festigkeit ist daher eine hohe Schraubensteigung nötig, da sonst die Knochenlamellen zu dünn werden.

Gleich zu Beginn kann man den Halt vergrößern, indem man die Schraube in ein etwas zu kleines Loch einschraubt und den Knochen an die Platte heranzieht. Dieser Halt hat sich nach etwa sechs bis neun Monaten völlig verloren, weil Mikrobewegungen den zuerst einwachsenden Knochen dann wieder resorbieren.

Bei porösen Veränderungen des Knochens darf man nur wenig Drehkraft aufwenden. Der maximale Schraubenzug ist technisch aber nur schwer zu ermitteln, wobei die Schraubenfestigkeit auf etwa 600 kp Zugkraft berechnet wird, ein Gewinde im Knochen pro Millimeter Dicke etwa 40 kp Haltekraft besitzt.

Die Problematik der Plattenfixation ist darin zu sehen, daß der Metallkörper einen Teil der belastenden Kräfte abfängt. Der dadurch bedingte Knochenumbau führt zu einem Hydroxylapatitabfall bis zur 24. Woche um etwa 20 Prozent als Hinweis auf einen Verlust der harten Knochensubstanz. Zudem sind nach Entfernen des Materials die Schraubenlöcher loci minoris resistentiae, Refrakturlinien laufen oft durch sie hindurch (14, 37).

Während bei einer Plattenosteosynthese die Fraktur zumindest übungsstabil ist, erreicht man durch eine Spickdrahtosteosynthese nur Adaptationsstabilität. Sie erfordert deshalb zumeist eine zusätzliche äußere Fixation. Bei kindlichen Knochenverletzungen kann sie allein indiziert sein.

c) Zuggurtung

Beim Prinzip der Zuggurtung werden einwirkende Muskelzugkräfte in Druckkräfte umgesetzt. Das Prinzip läßt sich verwirklichen bei der Plattenosteosynthese; oder es werden, wie zum Beispiel bei Abrißfrakturen, Spickdrähte mit Drahtcerclagen nach dem Zuggurtungsprinzip angelegt.

d) intramedulläre Kraftträger

Das Prinzip der intramedullären Kraftträger entwickelte 1940 G. Küntscher, Kiel (75). Hierbei kann die vorhergehende Reposition geschlossen oder offen erfolgen. Die Methode wird besonders bei geschlossenen kurzen Dreh-, Biegungs- oder Querbrüchen der unteren Extremität angewandt. Voraussetzung ist allerdings die Möglichkeit einer intraoperativen röntgenologischen Kontrolle (63, 65).

e) Fixateur externe

Eine externe stabile Osteosynthese stellt der Fixateur externe dar, der besonders bei offenen Frakturen oder begleitenden exzessiven Weichteilverletzungen vorzuziehen ist. Durch frakturferne Nägel oder Schrauben wird der Bruch über eine Spannvorrichtung in einer oder mehreren Ebenen fixiert (8).

f) Verbundosteosynthes

Eine Verbundosteosynthese kombiniert metallisches Implantat mit Knochenzement. Dies kann notwendig werden bei pathologisch verändertem Knochen oder zur Defektdeckung. Dabei werden auch Spongiosa oder Kortikospongiosablöcke aus dem Beckenkamm, aber auch aus dem Trochantermassiv oder dem Tibiakopf oder als Ganzes aus einer Rippe zur Defektauffüllung, zum Ersatz von Trümmerzongen oder zur Anregung der Knochenneubildung verwendet. Steht autologes Material nicht zur Verfügung, muß auf homologes Material zurückgegriffen werden, das nach etwa vier Wochen eine Knochenneubildung induziert (16, 21, 64).

g) prothetischer Ersatz

Ist ein gelenknaher Knochenabschnitt frakturiert, völlig zertrümmert oder pathologisch verändert, kann er durch alloplastisches Material ersetzt werden. Am häufigsten findet dies Verwendung beim medialen Schenkelhalsbruch durch Implantation einer Hüftendoprothese (34, 35, 52, 57, 59, 64).

4. Materialentfernung

Treten während der Heilung keine Komplikationen auf, kann man das Metall entfernen, wenn der Knochenspalt wieder durchwachsen ist. Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen, eventuell auch

schräg, müssen eine durchgehende Struktur des Knochens zeigen. Bei einem spongiösen Bruch wird das etwa nach einem, bei einem kortikalen etwa nach eineinhalb Jahren der Fall sein. Ein nur partieller Bruch wie ein Kondylenabriß oder ein Knöchelbruch bedarf nur einiger Wochen der inneren Stabilisierung, da hier keine direkte Krafteinwirkung abgefangen werden muß. Wenn ausnahmesweise zwei Platten zur Stabilisierung eines Bruches notwendig waren, sollten sie im Abstand von einem Vierteljahr entfernt werden, damit der Knochen sich auf die vermehrte Belastung hin umbauen kann. Die Metallentfernung ist nicht obligat, beim alten Menschen mit begrenzter Lebenserwartung oder Begleiterkrankungen mit erhöhtem Operationsrisiko wird man die Fremdkörper belassen. Die Metalle sind gewebefreundlich, man muß aber auf gute Oberflächenbearbeitung achten und die Verwendung von verschiedenen Metallen zusammen vermeiden. Probleme ergeben sich durch die Spongiosierung des corticalen Knochens auf Grund des veränderten Traglinienverlaufs, und durch die Metallose als Fremdkörperreiz oder Allergisierung (7, 20, 33, 47).

REHN und HIERHOLZER (42) haben den Zeitpunkt der Entfernung von Osteosynthesematerial untersucht. Sie fanden zum Beispiel heraus, daß dicht unter der Haut liegendes Material als Widerlager die Haut gefährdet. Bei Spickungen von Knöchelfrakturen, Zuggurtungen der Kniescheibe oder des Olekranon und Operationen am Schultergürtel kann der Draht herauswandern und die Haut durchspießen. Auch kann das mechanisch beanspruchte Gewebe sich infizieren und eitern. Sie empfehlen, für einen ausreichenden Weichteilmantel zu sorgen oder nach ausreichender knöcherner Durchbauung alle nicht durch Muskelgewebe geschützten Fremdkörper zu entfernen, ebenso die in Gelenke reichenden Stabilisatoren. Nach der Entfernung des Osteosynthesematerials, die wie die Synthese in Asepsis und unter Zugang in alter Schnittführung erfolgen soll, empfehlen sie vier bis sechs Wochen Schonung und teilweise Entlastung des jetzt nicht mehr künstlich zusätzlich gestützten Knochens.

5. Indikationen

Nach REHN (40) gilt, daß jede gute konservative Behandlung

auch heute noch einer schlechten Osteosynthese überlegen ist. Es gibt keine vitale Indikation, weder für konservative noch für operative Behandlung. Ziel jeglicher Therapie sollte sein eine kurze Behandlungszeit bei geringem lokalen oder allgemeinen Risiko mit möglichst vollkommener Restitutio. Zu vermeiden sind Spätschäden nicht nur des Bruches selbst, sondern auch durch sekundäre Gelenkveränderungen und Weichteilschäden. Voraussetzung zur Operation sind bestes Können, also auch Übung, und lückenlose physikalische Nachbehandlung und Überwachung, sowie Beachtung der Regeln der Asepsis und Biomechanik. Die Nachbehandlung erfordert die Mitarbeit des Patienten, ist also bei Fällen mit Cerebralsklerose, Demenz, Alkoholabusus oder größeren persönlichen Schwierigkeiten in Frage gestellt. Generell wird konservativ behandelt, wenn sich ein guter Erfolg ohne Operation erwarten läßt.

Operiert wird innerhalb der sechs bis acht Stundengrenze vor der posttraumatisch auftretenden Schwellung, die auch durch Kühlung so gering wie möglich zu halten ist, oder dann erst wieder nach Abklingen der Schwellung. Absolute Indikationen bieten sich nach REHN (41) bei dislozierten Gelenkfrakturen und gelenknahen Frakturen, da diese schwer reponierbar sind; das gelenknahe Fragment ist zu kurz, die ansetzenden Muskelkräfte dislozieren das Fragment wieder, und eine Schaftfehlstellung besonders an der unteren Extremität bedingt eine vorzeitige Arthrose durch fehlerhafte Belastung der kleinen Gelenke. Er bevorzugt bei einer isolierten Speichen- oder Ellenschaftfraktur die Osteosynthese, weil hier der erhaltene Knochen eine Sperrwirkung ausübt und durch die Funktion eine erhöhte Dislokationsgefahr gegeben ist, Schienbeinschaftbrüche behandelt er konservativ, außer sie sind primär oder sekundär instabil. Allerdings darf die Sperrwirkung der Fibula bei alleiniger Tibiafraktur auch hier nicht unterschätzt werden.

ZECH (15) schreibt zur rationellen Anwendung von Implantaten auch über das Verhältnis Metall zu Knochen. Eine zu lange oder zu dicke Platte mit zuviel Schraubenlöchern kostet nicht nur mehr Geld und Arbeit, sie nimmt auch zu viel der Belastung, so daß der Knochen spongiosiert. Zu viele Schrauben oder unnötige

Doppelplatten devitalisieren den Knochen intra operationem zu sehr, es kann zu Knochennekrosen und zu einer Osteomyelitis kommen. Er sieht den hauptsächlich stabilisierenden Faktor in der Kompression, wobei er an der Tibia mesial und distal vom Bruchspalt etwa je fünf Schraubenlöcher anwendet.

6. Besonderheiten bei Kindern

Längere Ruhigstellung hinterläßt beim Kind keine Spätschäden, WEBER, BRUNNER und FREULER (60) operierten nur in 3,6 % ihrer Fälle von Unterschenkelbrüchen. Sie fanden am wachsenden Skelett eine sehr viel schnellere Frakturheilung als beim Erwachsenen. Auch bei einer absolut stabilen Osteosynthese beim Kind bildete sich ein Fixationskallus, zudem besteht eine erstaunlich hohe Revitalisierungstendenz primär devitalisierter Fragmente. MARTI (31) trägt bei seinen Therapieprinzipien diesen Besonderheiten Rechnung. In seinem Krankengut war die Unterschenkelfraktur die am häufigsten auftretende Fraktur, meist als Torsionsbruch. Bei subperiostalen Frakturen, bei denen keine Dislokation vorliegt, stellt er die Extremität für zwei bis drei Wochen ruhig und legt dann noch für weitere zwei bis drei Wochen einen Gehgips an, Gesamtbehandlungsdauer etwa fünf Wochen. Bei stabilen, nicht dislozierten Grünholzfrakturen rechnet er mit etwa sieben Wochen bei gleicher Behandlungsmethode, eventuell wird der Bruch vorher in Allgemeinnarkose eingerichtet.

Dislozierte Frakturen traten meist bei jugendlichen Patienten auf, waren sie stabil, so dauerte die Gipsbehandlung etwa acht Wochen. Neigten sie durch Instabilität zur Verkürzung, so legte er vorher für etwa zwei bis drei Wochen eine Extension mit ein bis zwei Kilogramm an, die Gesamtheilungsdauer lag mit etwa zehn Wochen immer noch erheblich unter den für Erwachsene gültigen Zeiten. Osteosyntheseverfahren wendet er an, wenn das Skelett fast reif ist, Weichteilschädigungen es erforderten, oder bei Hirntraumatisierten oder Spastikern. Dabei entfernte er das Metall wieder ziemlich früh, da es ein Längenwachstum zu induzieren schien. Allgemein fand er aber eine Wachstumsverzögerung häufiger als erwartet, während ein Mehrwachstum in seinem Krankengut nur selten auftrat.

7. Besonderheiten am Unterschenkel

Geschlossene Frakturen werden mit Oberschenkelgips für mindestens zehn bis zwölf Wochen ruhiggestellt, gegebenenfalls mit Extension, oder durch Marknagelung. Bei langen Drehbrüchen, die häufig bei Skiunfällen auftreten, benützt man oft zusätzlich zum Gips die perkutane Drahtcerclage bis zur sechsten Woche, die Gipsruhigstellung bleibt etwa drei Monate.

Offene Brüche am Unterschenkel sind wegen der vorher beschriebenen schwierigen Weichteilverhältnisse absolute Indikation zur Osteosynthese, nie aber, wegen der Osteomyelitisgefahr, zur Marknagelung. ZWANK, ALTHERR, SCHWEIBERER (68) nennen die Häufigkeit der Infektion einer offenen Tibiafraktur mit sechs bis fünfzehn Prozent. Sie behandeln offene Unterschenkelbrüche meist mit Plattenosteosynthese oder Fixateur externe. Isolierte Schienbeinbrüche werden wie Unterschenkelbrüche behandelt, isolierte Wadenbeinfrakturen mit elastischer Bandage, Zinkleim- oder Gipsverbank für zwei bis vier Wochen.

IV. Komplikationen

1. Posttraumatische Osteomyelitis

Eine posttraumatische Ostitis oder Osteomyelitis kommt als Komplikation von Osteosynthesen oder bei konservativ behandelten primär oder sekundär offenen Frakturen vor. Konsequenz ist ein sich nicht durchbauender Bruchspalt mit Röntgenbild. Aber auch ohne Infektion kann die Heilung gestört sein. Nach zwanzig Wochen spricht man von verzögerter Frakturheilung, und ist der Spalt nach acht Monaten noch nicht durchbaut, von Pseudarthrose.

2. Pseudarthrose und non-union

Die Ursachen ergeben sich aus dem vorher Gesagten: Unzureichende Reponierung, Ruhigstellung, Durchblutung, oder Distraktion oder Infektion der Fragmente. Von den Frakturen der langen Röhrenknochen, schreibt CECH (5), sind etwa acht bis zehn Prozent offen, bei sechsunddreißig Prozent von ihnen kommt es zur Pseudarthrosenbildung. WEBER (62) stellt die Tibiapseudarthrose an die Spitze aller Frakturfehlheilungen. Untersucht wird mit Röntgenaufnahmen als Momentbild und mit szintigraphischen Methoden zur Darstellung der biologischen Aktivität. Danach unterscheidet man verschiedene Formen und Ursachen.

Bei der hypertrophischen Pseudarthrose bildet sich ein kräftiger Kallus, ohne daß die knorpelige interfragmentäre Zone verknöchert. Szintigraphisch zeigt sich hohe biologische Aktivität. Ursache kann sein eine ungenügende Stabilität oder zu frühe Beanspruchung des Knochens, oder es liegt ein nekrotischer Knochenteil dazwischen, der die Heilung stört. Findet sich trotz guter szintigraphischer Aktivität nur ein wenig oder gar kein Kallus, so ist der Bruch instabil, zum Beispiel infolge Plattenlockerung oder -bruch, oder es ist bei konservativer Behandlung der Abstand zwischen den Fragmenten zu groß, primär oder durch zu starke Extension.

Als Therapie geben WEBER und CECH (62) die interfragmentäre Stabilisierung an, COMPERE, BANKS, COMPERE (6) empfehlen zusätzlich eine verlängerte Ruhigstellung, und selbstverständlich falls

nötig eine Entfernung eines Sequesters oder den Einbau autologen Knochenmaterials.

Bei anderen Heilungsstörungen haben WEBER und CECH (62) szintigraphisch keine Aktivität nachweisen können. Bei lange zurückliegenden Unfällen, oder wenn ein Defekt durch Verlust bei der Fraktur oder durch Sequestrierung oder durch Resektion vorlag, bestand ein Abbau der Fragmentenden. Ähnlich bei Trümmerbrüchen, bei denen einzelne Fragmente nekrotisch geworden waren. Einige andere Fälle zeigen, daß der vorliegende Drehkeil nur auf einer Seite anwuchs, während die Trophik der anderen gestört war. Oft wurden diese Probleme erst entdeckt, wenn es nach etwa drei bis vier Monaten zum Plattenbruch kam. WEBER und CECH (62) stabilisierten diese Brüche erneut und setzten Transplantate ein, auch die nekrotischen Fragmente. Die Heildauer betrug bei der vitalen Pseudarthrose drei bis vier Monate, bei avitalen Fällen sechs bis acht Monate.

SCHWEIBERER (55) beschreibt als Ursache dieser Nekrosepseudarthrose primär den Ausfall des arteriellen Blutstroms des Markraumes sowie eine Obliteration der arteriellen Gefäße durch Instabilität und Fremdkörper, wodurch es zu einer Nekrose von Kortikalisbezirken kommt. Vom Periost kommt keine kompensatorische Ernährung. Zusätzlich fehlt eine Drainage des verletzten Bezirkes, weitere Kortikalisgebiete gehen zu Grund.

3. Osteomyelitis und Literaturdiskussion

KÖNN und POSTBERG (25) schreiben, daß nur zehn Prozent der Osteomyelitisfälle endogenen Ursprungs sind, meist bei Kindern und Jugendlichen. Ursache ist meist eine hämatogene Streuung, auch bei Allgemeinerkrankungen wie Tuberkulose oder Syphilis. Auch nach Pockenimpfungen wurden Osteomyelitiden festgestellt. Neunzig Prozent aber sind lokale Knochenerkrankungen exogenen Ursprungs. MITTELMEIER (33) gibt als Ursachen an die offene Fraktur, primär oder durch die Versorgung sekundär, Umstellungsosteotomien und osteosynthetisch versorgte Brüche.

FLACH (12) beschreibt die Erscheinungsformen der posttraumatischen Osteomyelitis im Röntgenbild. So beobachtete er bei akuten hämatogenen Prozessen erst eine Rarefikation, dann eine

Destruktion des Knochenbildes, die durch Antibiotikagabe gedämmt werden konnten. Die akute traumatische Osteomyelitis zeigte ebensolche Bilder, die sich dann langsam wieder reparierten. Bei den chronischen Prozessen kam es zur Nekrose und Eburnisation, dabei eiterte der Knochen zeitweise oder dauernd. Trotz Antibiotikagabe entstanden Sequester, Folge waren Pseudarthrosen, Spontanfrakturen, Defektheilung und starke Rezidivneigung, die scheinbare Heilung war nur eine Inaktivität auf Zeit. Als Keime fanden KÖNN und POSTBERG (25) meist Staphylokokken, auch hämolysierende Arten, sogar wenn die primären Abstriche steril waren.

SCHAUWECKER und WELLER (48) beschrieben die Bedeutung der intakten lokalen Abwehr. Geschädigtes Weichteilgewebe bietet viele Gefahren, das Ödem oder abgekapselte Hämatome als Infektherde, oder die Durchblutungsminderung während der Operation. Als nichtinfektiöse Noxe nennt CONTZEN (7) die Metallose, die durch galvanische chemische oder elektrolytische Vorgänge ebenso eine Entzündungsreaktion hervorrufen könne wie lokale Schäden des Metalls durch Druck, Zerstörung oder Verdrängung des Gewebes. Durch die Metallose kann es sogar zum Bruch des Materials kommen, wie NICOLE (bei CONTZEN 7) nachwies. Auch allergisch-hyperergische Reaktionen, wie eine Dermatitis bei Nickel- oder Cobaltallergie, können die Entfernung des Metalls erforderlich machen.

PLANE (38) beschreibt den Erregereintritt durch Periost oder Gelenkfläche, als typische Entwicklung das Panaritium ossale aus dem P. cutaneum, und den über den Gelenkknorpel. Besonders in diesen Fällen findet MOHING (33) als Spätkomplikation die Arthrosis deformans, deren Ausmaß vom Erkrankungsalter, der Virulenz der Erreger, und der chondrolytischen Wirkung der Toxine ebenso abhängt wie von der Dauer der Infektion.

Eine Infektion im Kindesalter hat durch Wachstumsstörungen im Epiphysenbereich sowie durch Umformung der Gelenke durch die Immobilisierung weitreichende Folgen, ebenso kann eine chronische Synovitis zur Arthrose führen.

WEBER und CECH (62) beschreiben zwei Behandlungsmethoden. Konventionell-klassisch besteht sie in der Entfernung des Sequesters und des Osteosynthesematerials, massiver Gabe von Antibiotika, und Ruhigstellen in Gips oder Extension, bis der Infekt

heilt. Dann folgt eventuell eine Hautplastik und sechs bis zwölf Monate nach der Fistelheilung eine erneute Operation mit Verriegelspan, Verschiebespan, Spongiosaplastik oder Anlegespan. Als moderne Methode beschreibt er eine Sequesterotomie und gleichzeitige Stabilisierung, falls sich das Material gelockert hat. Zusätzlich wendet er eine Spongiosaplastik mit Dekortikation an, wobei er für höchstens drei bis vier Wochen eine Saug-Spül-Drainage legt, durch die er zehn Tage resistenzgerecht Antibiotika appliziert. Die Weichteile müssen gedeckt werden, was besonders an der Tibia Schwierigkeiten bereitet. Zur Ruhigstellung verwendet er am Unterschenkel den Fixateur externe.

SCHWEIBERER (53) versucht zusätzlich die allgemeine Abwehrlage mit Eisen und Vitaminen und, falls nötig, mit Frischblut oder Plasma zu stärken. ECKE (9) wendet nach Sequesterotomie und Tamponade eine Eigenblut-Antibiotikaplombe an mit primären Wundverschluß, auch durch Muskel- und Hautlappenplastik. Auch er setzt dann eine Spülung ein, acht Tage mit Antibiotikum, dann Ringerlösung, und fixiert extern. HIERHOLZER (18) empfiehlt zur plastischen Deckung, falls ein primärer Verschluß nicht möglich ist, eventuell zwischenzeitlich Spalthaut und später erst Stieltransplantate zur Deckung der Mulden. Freie Granulation kann zu derben Narbenplatten mit verminderter Blutversorgung führen, und sofortige Versorgung mit Stiellappen kann den Entzündungsherd von der Tiefe auf die Oberfläche verlagern. Kosmetisch sind die Ergebnisse nur selten befriedigend, zudem kann sich bei Kindern eine zirkuläre Einschnürung bilden, wie ROSSAK (46) in Langzeituntersuchungen dokumentierte.

ARENS (1) beläßt in Fällen mit Pseudarthrosenbildung bei chronisch-eitriger Osteomyelitis das Metall, da es besser stabilisiert als ein Gips. Erst, wenn sechs Monate keine Heilung eintritt, entfernt er es, resiziert auch das Wadenbein, löffelt die Markhöhle aus und nagelt die Fragmente mit anschließender Spüldrainage. Voraussetzung ist dabei, daß die primären Zustände eine beginnende Knochenheilung zeigen und die Infektionsausbreitung mit chirurgischen und medikamentösen Maßnahmen verhindert werden kann.

DEBRUNNER und CECH (8) behandeln die infizierten Osteosynthesen und Pseudarthrosen mit Hilfe der externen Fixation, wobei

sie davon ausgehen, daß eine Pseudarthrose trotz Infektion heilt, wenn sie mechanisch stabil ist, und daß jeder Infekt heilt, wenn das nekrotische Gewebe entfernt ist. Bei einer infizierten Osteosynthese entfernen sie das Metall erst nach der Heilung des Bruches, bei einer infizierten Pseudarthrose entfernen sie es sofort und setzen einen Fixateur externe, entweder mit quer eingesetzten Steinmann Nägeln und AO-Spanner, oder mit Schrauben und Spanner, oder zusätzlich mit Dekortikation. Eine Defektpseudarthrose überbrücken sie mit Spongiosaplastik, oder mit größeren Stücken, bis Kompression möglich ist.

BEDACHT (3) beschreibt die Anwendung von denaturiertem, strukturgebundenen Kollagen mit Antibiotika, zur lokalen Blutstillung und als Implantat zur schnellen bindegewebigen Konsolidierung der Markhöhle, wobei es für die Knochenneubildung gleichzeitig als Leitgerüst dient. Nachteile liegen in der eventuellen Einschleppung von Bakterien und in der fehlenden Stabilität. HEIPERTZ (16) überbrückt Knochendefekte und atrophische Knochenzonen mit homoioplastischen Gefrierknochenspänen, die mit Platte eine übungsstabile Osteosynthese ergeben. Ihre osteogenetische Funktion blieb erhalten, allerdings werden sie langsamer resorbiert als autologe Späne und erst nach etwa einen Jahr in ein eigenes Knochengewebe umgebaut.

IMMENKAMP und SCHRAMM (21) haben ein spezielles Verfahren zur knöchernen Brückenbildung bei Jungen und Schwergeschädigten entwickelt. Sie setzen eine Spongiosaplastik entfernt von der Pseudarthrose zwischen Schien- und Wadenbein, fixieren sie eventuell zusätzlich mit Kortikalisschrauben zur Erhöhung der Frühstabilität, und führen, falls nötig, eine Osteotomie des Wadenbeins wegen einer Fehlstellung oder zur Verkleinerung des Zwischenraumes durch.

Die temporäre Implantation von Gentamycin-PMMA-Kugeln ist ein neuartiges Verfahren zur hochdosierten lokalen Antibiotikatherapie bei chronischen Knochen- und Weichteilinfektionen. Im Zusammenhang mit der Entfernung infizierter Osteosynthesen stellt es eine Alternative zur Spülsaugdrainage dar. Gentamycin wird aus PMMA in hohen Konzentrationen freigesetzt. Ausreichend hohe Gewebekonzentrationen waren experimentell über vier Monate nach-

weisbar. Die gleichzeitig in Serum und Urin meßbaren niedrigen Konzentrationen schließen toxische Nebenwirkungen aus (2, 60).

4. Versicherungstechnik

RÖSENER (45) beschäftigte sich mit der finanziellen Belastung des Unfallversicherungsträgers durch posttraumatische Osteomyelitiden und kam schon 1970 auf extrem große Zahlen. Für den mittelbaren Unfallschaden durch eine Osteomyelitis rechnete er die Behandlungskosten bis ans Lebensende hoch auf ca. DM 18.000 bei einer MdE von 40 % für den Oberschenkel und auf ca. DM 54.000 bei einer MdE von 50 % für den Unterschenkel. Die Rentenbeträge bezifferte er, ebenfalls hochgerechnet, für Oberschenkelverletzungen auf ca. DM 80.000 bei einer MdE von 15 %, und bei Unterschenkelverletzungen mit einer MdE von 20 % auf DM 92.000.

B. Methodik

Das untersuchte Patientengut besteht aus 59 Patienten mit Unterschenkelschaftfrakturen. Sie kamen in der Zeit von Januar 1975 bis Juli 1978 in die chirurgische Poliklinik München. Der Heilverlauf wurde retrospektiv anhand der Krankenblätter und der Röntgenaufnahmen beurteilt. Zusätzlich wurden Fragebögen verschickt, die auf den folgenden Seiten abgebildet sind. Fünf Patienten schickten ihre Bögen nicht zurück, die wichtigsten Aussagen konnten anhand der Krankenblätter rekonstruiert werden. Ein Patient war bereits verstorben. Die anderen Patienten wurden einer Nachuntersuchung unterzogen. Hierbei wurden die Angaben auf den Fragebögen kontrolliert und vervollständigt.

Die einzelnen Ergebnisse und ihre Beurteilungen werden an den entsprechenden Stellen im speziellen Teil erläutert.

F R A G E B O G E N

Name:
Unfalltag:
Op. Datum:

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen, indem Sie die auf Sie zutreffenden Antworten ankreuzen. Wenn keine Möglichkeit zutrifft, schreiben Sie bitte selbst in Stichworten eine Antwort hin. Alle Angaben fallen unter die ärztliche Schweigepflicht.

1. Waren oder sind Sie wegen Ihres Unterschenkels nach Ihrem Aufenthalt in unserer Klinik woanders in Behandlung?

O beim Hausarzt — Name, Adresse: .....
O beim Orthopäden — Name, Adresse: .....
O bei der Krankengymnastik — Name, Adresse: .....
O .....

2. Was ist dort gemacht worden?

O Nachoperation — am .....
O Gipsbehandlung — von ..... bis .....
O Krankengymnastik — von ..... bis .....
O .....

Wie lange mußte Ihre Bein nach dem Beginn der Behandlung/dem Unfall ruhig gestellt werden?

O .....Tage/Wochen

4. Falls Ihnen zur Behandlung Schrauben, Nägel oder Platten eingesetzt wurden:
Wann und wo wurde dieses Material entfernt?

Datum: ..... Adresse: .....
.....
.....

O Material wurde noch nicht entfernt

5. Hat die Verletzung Folgen auf Ihre Arbeitsfähigkeit gehabt?

O im alten Beruf tätig
O Berufswechsel ohne Umschulung — Grund: .....
O Umschulung — Grund: .....
O Arbeitsunfähig bis .....
O eingeschränkte Erwerbstätigkeit bis .....
O zum Zeitpunkt des Unfalls schon in Rente
O .....

Jetzt ausgeübte Tätigkeit .....

6. Nehmen Sie noch auf Grund Ihrer Verletzung:

O Schmerztabletten — welche: .....
O Schlaftabletten — welche: .....
O andere — welche: .....

7. Benötigen Sie folgende Hilfen:

	rechts	links
O Absatzerhöhung	O	O
O Einlagen	O	O
O orthopädische Schuhe	O	O
O Stützstrümpfe	O	O
O Bandagen	O	O

O Krücken/Gehstöcke O einen O zwei

O .....

8. Welche Beschwerden, die auf die Verletzung zurückzuführen sind, haben Sie jetzt noch?

O Schmerzen:

- O nie
- O selten
- O manchmal
- O oft
- O immer
- O wetterfühlig

O in Ruhe
O bei Belastung

- O im Liegen
- O im Sitzen
- O nachts
- O Stehen
- O Gehen
- O Laufen

- O leicht
- O mittel
- O schwer
- O unerträglich

O Tageszeit

- O beim Aufstehen
- O abends
- O am Tag, zunehmend
- O am Tag, abnehmend

- O nur im Bruchbereich
- O ausstrahlend

- O beim Bewegen im Sitzen oder Stehen
  - O im Knie O rechts O links
  - O im Knöchel O rechts O links

O Beschwerden beim Gehen:

		rechts	links
O nein		O	O
O beim langen Gehen		O	O
O schon bei Kurzstrecke		O	O
O beim Treppensteigen	O treppauf	O	O
	O treppab	O	O
O Bergwandern		O	O
O Sport		O	O
O		O	O

O Schwellungsneigung:

	rechts	links
O nein	O	O
O gelegentlich	O	O
O häufig	O	O
O schon morgens	O	O
O im Tagesverlauf	O	O
O abends	O	O

O Krampfadern:

	rechts	links
O nein	O	O
O schon vor dem Unfall	O	O
O erst nach dem Unfall	O	O
O stärker seit dem Unfall	O	O

O Empfindungsstörung auf Druck oder Berührung

	rechts	links
O nein	O	O
O Taubheitsgefühl	O	O
O Kribbeln	O	O

O geringeres Empfinden gegenüber dem gesunden Bein

O Hautveränderungen am behandelten Bein

O welcher Art .....

9. Wieweit können Sie das verletzte Bein gebrauchen?

O Ausgezeichnet (keine Beschwerden)
O gut (gelegentlich kleine Beschwerden)
O zufrieden (leichte bis mittlere Einschränkung)
O schlecht (ständig Schmerzen, aber noch gehfähig)
O sehr schlecht (ganz erheblich geh- und stehbehindert)

10. Bitte vergleichen Sie die Bewegungen des verletzten Beines mit denen des gesunden:

O im Knie:	Strecken:	O gleich gut O schlechter
	Beugen:	O gleich gut O schlechter
O im Knöchel:	Heben des Fußes:	O gleich gut O schlechter
	Senken des Fußes:	O gleich gut O schlechter
	nach außen drehen:	O gleich gut O schlechter
	nach innen drehen:	O gleich gut O schlechter

11. Bitte vergleichen Sie den Umfang Ihres verletzten Unterschenkels mit dem des gesunden:

O gleich
O geringer
O größer

12. Sonstige eigene Ergänzungen:

Sind Sie für eventuelle Nachfragen telefonisch zu erreichen?

Tel.Nr. ...../.....

Bitte füllen Sie diesen Fragebogen sorgfältig aus und senden Sie ihn im beigefügten Freiumschlag möglichst bald zurück. Herzlichen Dank.

C. Spezieller Teil

I. Patientengut

1. Anzahl und Altersverteilung

Untersucht wurden 59 Patienten mit Unterschenkelschaftfrakturen. Sie kamen in der Zeit von Januar 1975 bis Juli 1978 in die chirurgische Poliklinik München. Es waren 43 Männer und 16 Frauen, zwischen 7 und 69 Jahren alt. Insgesamt schlüsselt sich die Altersverteilung wie folgt auf:

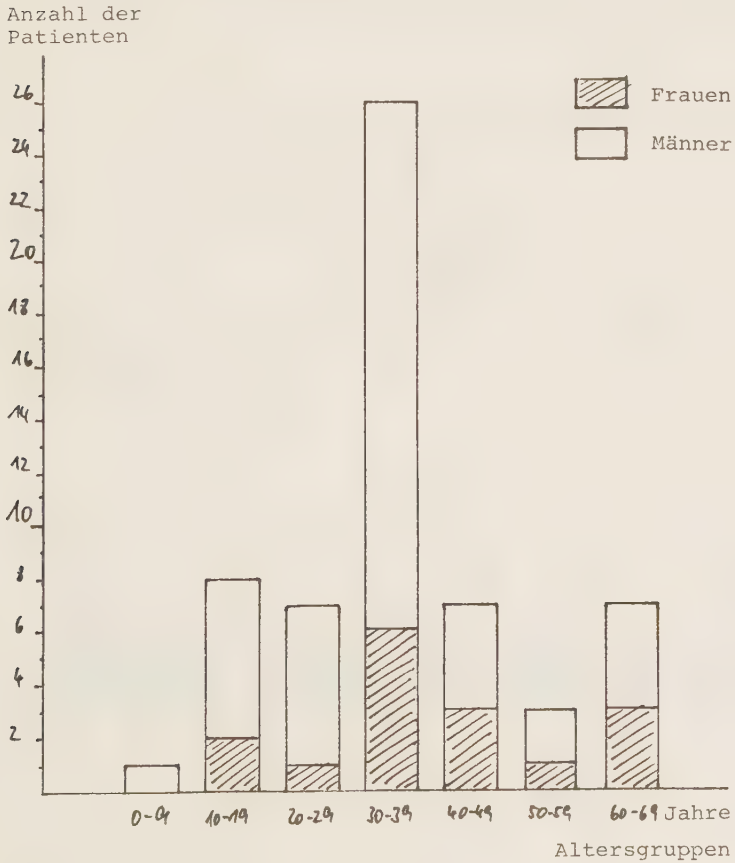

Abb. 1: Patientengut

Das Durchschnittsalter betrug 36,0 Jahre mit 34,7 Jahre für die männlichen Patienten und 41,2 Jahre für die weiblichen. In der Altersgruppe bis 10 Jahre ist nur ein Patient, da in der chirurgischen Poliklinik Patienten im allgemeinen erst nach dem 14. Lebensjahr behandelt werden. Die Altersgruppe der Dreißigjährigen weist bei Männern und Frauen mit 26 Patienten die höchste Verletztenrate auf. Die anderen Altersgruppen liegen in den Zahlen etwa gleich, nur knapp ein Drittel der Verletzten sind Frauen.

Entsprechend dem gemischten Patientengut der Poliklinik sind 49 Patienten Deutsche und 10 anderer Nationalität, Jugoslawen, Griechen, Italiener und Türken, was zu Schwierigkeiten mit Verständigung und Kooperation führte.

2. Monatsverteilung der Unfälle

Ein Vergleich von Unfallhäufigkeit und Unfallmonat:

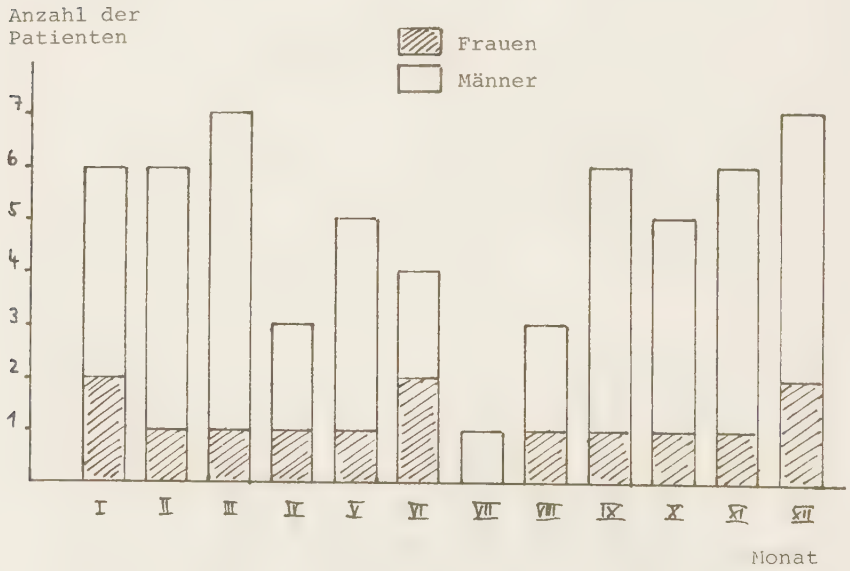

Abb. 2: Monatsverteilung der Unfälle

Von den 16 Frauen verunglückten 6 im Dezember und Januar, davon 3 nach Skiunfällen, eine glitt auf dem Eis aus, zwei erlitten eine Unterschenkelfraktur in Verkehrsunfällen. In der übrigen Zeit verletzten sich 5 in Verkehrsunfällen, drei als Fußgänger, zwei als Radfahrer, die restlichen fünf waren häusliche Unfälle, wobei eine Patientin während eines Schwindelanfalles aufgrund ihrer Ohrerkrankung stürzte.

3. Hauptursachen

Die drei Hauptursachen bei den Frauen waren häusliche Unfälle, Verkehrsunfälle und Verletzungen beim Skifahren. Hauptursache für die Unterschenkelfrakturen bei den männlichen Patienten war der Verkehrsunfall in 24 Fällen. Durch Kollision mit einem PKW verunglückten 18 Patienten als Fußgänger, zwei mit dem Fahrrad, zwei mit dem Motorrad. Zweimal kam es ohne Fremdeinwirkung zum Motorradsturz.

Von den übrigen 19 Patienten verunglückten 4 beim Wintersport, 3 verletzten sich während anderer sportlicher Betätigung, 8 stürzten oder glitten aus, zwei brachen sich den Unterschenkel bei einer Schlägerei, einer wurde von einem Eisenträger getroffen, und einer sprang bei einem Brand aus dem Fenster. Die drei Hauptursachen bei den Männern waren auch Verkehrsunfälle, Arbeitsunfälle und Sportunfälle.

Unfallursache	Patienten Männer	Frauen	gesamt
Verkehrsunfall	24 (56 %)	7 (44 %)	31 (52 %)
Sportunfall	7 (16 %)	3 (19 %)	10 (17 %)
Arbeit / Haushalt	5 (12 %)	5 (31 %)	10 (17 %)
andere	7 (16 %)	1 (6 %)	8 (14 %)
gesamt	43 (100 %)	16 (100 %)	59 (100 %)

Tab. 1: Unfallursache

In 9 Fällen war Alkohol Mitursache, das entspricht 16 % der Patienten. Während der Oktoberfestzeit wurden 5 Patienten verletzt, davon drei auf der Festwiese selbst.

Von den 31 Verkehrsunfällen fanden fast die Hälfte, nämlich 15, in den Monaten November, Dezember und Januar statt:

Häufigkeiten der Unfälle je Monat			
Januar:	3 (1/2)	Juli:	0
Februar:	2 (2/0)	August:	3 (2/1)
März:	2 (2/0)	September:	2 (2/0)
April:	1 (0/1)	Oktober:	2 (2/0)
Mai:	2 (2/0)	November:	6 (5/1)
Juni:	2 (1/1)	Dezember:	6 (5/1)

Tab. 2: Unfallhäufigkeit pro Monat

Die erste Zahl bezeichnet die Gesamtzahl der Verletzten, die Zahlen in den Klammern geben die Anzahl der Männer und dann der Frauen an.

II. Die Frakturen

1. Allgemein

Von den 59 Patienten erlitt einer nur eine Fraktur der Fibula, die durch Bruch des Calcaneus zusätzlich kompliziert wurde. In 3 anderen Fällen lag eine isolierte Tibiafraktur vor. Alle anderen Patienten wiesen Verletzungen beider Knochen auf. 20 mal war das rechte Bein betroffen, 39 mal das linke, in keinem Fall beide Beine.

2. Lokalisation

Zur Lokalisierung der Bruchlinien wurde der Unterschenkelschaft in drei gleiche Etagen eingeteilt. In 9 Fällen lag der Bruchspalt im proximalen Drittel, in 19 anderen in der Mitte und 12 mal im unteren Drittel. Zweietagenbrüche fanden sich in 16 Fällen, 6 mal im oberen, 10 mal im unteren Unterschenkelbereich. Zweimal war der Knochen in allen drei Etagen gebrochen. Die isolierte Fibulaverletzung lag distal. Zwei Patienten wiesen zusätzliche Knieverletzungen auf, 6 andere gleichzeitig Frakturen am Knöchel.

3. Frakturarten

Bei der Aufteilung wurden Frakturen unterschieden, deren Bruchverlauf quer oder auch schräg verlief, von spiralförmigen Drehbrüchen, jeweils mit und ohne Keilbildung, und von Trümmerfrakturen. Zusätzliche Unterscheidungen werden gegeben durch Dislozierung der Fragmente und ob die Fraktur offen lag. Es ergibt sich folgende Tabelle:

	Querfraktur	Spiralfraktur	Trümmerfraktur	gesamt
Anzahl	21 (36 %)	15 (26 %)	22 (38 %)	58 (100 %)
mit Keil	7 (12 %)	7 (12 %)	0	14 (24 %)
dislozierт	5 (9 %)	4 (7 %)	11 (19 %)	20 (35 %)
offen	6 (10 %)	4 (7 %)	9 (16 %)	19 (33 %)

Tab. 3: Frakturarten

Die isolierte Fibulafraktur wurde in dieser Tabelle nicht berücksichtigt. Dreimal nur war die Fibula nicht verletzt worden. Von den 19 offenen Frakturen waren 13 ersten oder ersten bis zweiten Grades, 3 zweiten und 3 dritten Grades, hierunter eine Amputationsverletzung.

4. Unfallursache und Frakturart

	Querfraktur	Spiralfr.	Trümmerfr.	offen	gesamt
Fußgänger	11 (18 %)	1 (2 %)	10 (17 %)	7 (12 %)	22 (37 %)
Zweiradfahrer	2 (4 %)	3 (5 %)	3 (5 %)	7 (12 %)	8 (14 %)
Sturz	2 (4 %)	7 (12 %)	5 (9 %)	4 (7 %)	14 (25 %)
Ski	3 (5 %)	3 (5 %)	1 (2 %)	0	7 (12 %)
Sport	3 (5 %)	0	0	0	3 (5 %)
andere	0	1 (2 %)	5 (5 %)	1 (2 %)	4 (7 %)
gesamt	21 (36 %)	15 (26 %)	22 (38 %)	19 (33 %)	58 (100 %)

Tab. 4: Korrelation zwischen Unfallursache und Frakturart

Bei unserem Patientengut lagen bei Verkehrsunfällen meist offene Frakturen vor, als Quer- oder als Trümmerfraktur. Die Spiralfraktur war meist Folge eines Drehsturzes mit wahrscheinlicher Fluchtbewegung des Menschen. Bei den Patienten mit Ski- und Sportverletzungen lagen keine offenen Brüche vor.

5. Zusatzverletzungen

In 36 Fällen lagen außer der Unterschenkelfraktur noch andere Verletzungen vor. Einfache Prellungen wurden als "leichte", ein zusätzlicher Bruch als "mittlere" Läsion bezeichnet. Lag ein Polytrauma vor, wurde die Bezeichnung "schwer" gewählt. Bezogen auf die Unfallursache, ergibt sich folgendes Bild:

Unfall-ursache	Zusatzverletzungen ohne	leicht	mittel	schwer
Fußgänger	5 (9 %)	7 (11 %)	3 (5 %)	7 (11 %)
Zweiradfahrer	2 (3 %)	4 (7 %)	1 (2 %)	1 (2 %)
Sturz	6 (11 %)	2 (3 %)	5 (9 %)	1 (2 %)
Ski	5 (9 %)	1 (2 %)	1 (2 %)	0
Sport	3 (5 %)	0	0	0
andere	2 (3 %)	0	1 (2 %)	1 (2 %)
gesamt	23 (40 %)	14 (23 %)	11 (20 %)	10 (17 %)

Tab. 5: Zusatzverletzungen

Fußgänger werden in Verkehrsunfällen meist mehrfach verletzt. Prellungen, Schnitt- und Schürfwunden und Gehirnerschütterungen treten häufig auf, ebenso Frakturen der oberen Extremitäten und am Kopf. Auch Weichteilkontusionen im Brust-Bauch-Bereich sind nicht selten. Fahrer von Fahrrädern, Mopeds und Motorrädern erleiden fast immer mehrere Verletzungen, da der Fahrer im Verlauf des Unfalls von seinem Gefährt herunterstürzt. Bei Stürzen von einer Leiter, über eine Treppe oder aus einem Fenster lagen immer zusätzliche Frakturen vor. Einfaches Hinfallen verletzt die Menschen nur selten mehrfach, auch Ski- und Sportverletzungen sind nur selten mit zusätzlichen Läsionen verbunden.

III. Therapie

1. Vorbehandlung

Von den 59 Patienten wurden insgesamt 54 operativ behandelt, davon allerdings 15 (28 %) sekundär. Gründe für ein verzögertes operatives Vorgehen war der schlechte Allgemeinzustand, in ebensoviel Fällen der alkoholisierte Zustand der Patienten. Zwei Patienten wurden mit Transportgips eingeliefert. In drei anderen Fällen kamen die Patienten zwar noch am Unfalltag, aber zu spät nach dem Geschehen in die Klinik, so daß eine starke Weichteilschwellung vorlag.

Bei einem Patienten war die Frakturursache unter anderem eine nicht ausgeheilte Osteomyelitis, hier wurde das Bein erst zwölf Tage ruhiggestellt. Bei einer anderen Patientin wurde zunächst konservativ vorgegangen und nach Abrutschen der Fraktur elf Tage nach dem Unfall eine operative Konsolidierung erreicht.

Durchschnittlich dauerte die Vorbehandlung 13,2 Tage mit einem Minimum von drei Tagen und einem Maximum von 32 Tagen. Im Einzelnen ergeben sich folgende Werte:

Grund	Dauer Durchschnitt	Minimum	Maximum
schlechter AZ	18d	9d	27d
Alkohol	9d	3d	14d
Schwellung	5d	4d	6d
Transport	26d	20d	32d

Tab. 6: Dauer der Vorbehandlung in Tagen

Siebenmal wurde eine Calcaneusdrahtextension mit Gipsverband zwischen 3 und 32 Tagen angewendet, bei einem Durchschnitt von 18,2 Tagen. Achtmal legte man einen Oberschenkelliegegips an für durchschnittlich 8,7 Tage mit Minimum von 4 Tagen und Maximum von 8 Tagen.

2. Konservative Behandlung

Von den 5 Patienten, die konservativ versorgt wurden, wurden drei noch am Unfalltag mit einem Gipsverband versorgt, einer am Tag danach und einer 8 Tage später, ein damals 16 Jahre alter Junge. Bei den anderen Patienten wurde die konservative Behandlungsmethode aus folgenden Gründen gewählt: Einmal bei einem 7-jährigen Jungen aus Altersgründen, in einem Fall lag eine isolierte Fibulafraktur vor, zwei Patienten waren in einem zu schlechten AZ, um operiert zu werden.

3. Operative Verfahren

a) Markraumnagelung

Bei 6 Frakturen im mittleren Tibiadrittel wurde eine Markraumnagelung durchgeführt. Die Patienten waren zwischen 19 und 60 Jahren alt mit Durchschnitt 35,8 Jahre. Vier von ihnen waren als Fußgänger von einem Auto angefahren worden, einer hatte sich beim Fußballspielen, einer beim Skifahren verletzt. Zwei der Frakturen waren offen Grad I - II, verschoben und mit Keil bzw. mit Trümmern gebrochen. Zusätzlich lagen in diesen beiden Fällen andere Verletzungen vor. Bei drei Patienten war die Tibia jeweils quer gebrochen, einmal etwas schräg, ohne daß andere Verletzungen vorlagen, die Brüche waren nicht offen und unverschoben.

Zwei der im Verkehr Verunglückten wurden konservativ vorbehandelt, einmal 6 Tage mit einem Gipsverband, das andere mal 32 Tage mit Calcaneus-Drahtextension. Die anderen wurden noch am Unfalltag definitiv versorgt. Die zertrümmerte Fraktur wurde mit Drahtcerclagen stabilisiert, eine andere mit Ausklinkdrähten. Die anderen Nägel saßen ohne zusätzliche Materialien fest.

In allen 6 Fällen war die Fibula mit gebrochen. In einem Fall wurde sie drei Millimeter resiziert. In allen Fällen kam es ohne spezielle Therapie zur Konsolidierung.

Zwei der Nagelungen mußten abgebrochen werden, weil der Nagel die Tibia sprengte. Hier wurden anschließend AO-Platten angepaßt. Beide Frakturen heilten ohne besondere Probleme gut aus.

b) Schraubenfixation

Lediglich eine Torsionsfraktur einer 19-jährigen Patientin

wurde nur mit drei Corticalisschrauben fixiert.

c) AO-Platte

c1) Anwendung

In 49 Fällen wurde eine Plattenosteosynthese durchgeführt, dabei in zwei Fällen mit je zwei Platten zur Fixierung proximal und distal. Von den 51 verwendeten Platten waren je eine eine Halbrohr- bzw. Drittelrohrplatte, 6 waren DCP-Platten, die anderen 43 einfache AO-Platten.

c2) Plattenlänge

Je nach Länge der Fraktur wurden Platten mit 5 bis 16 Löchern verwendet, durchschnittlich mit 8 Löchern. Die zwei Frakturen, bei denen je ein Bruchspalt proximal und distal zu fixieren war, wurden mit zwei 6-Loch-Platten bzw. einer 5-Loch- und einer 7-Lochplatte stabilisiert.

Die Häufigkeiten der verwendeten Plattenlängen verteilen sich wie folgt:

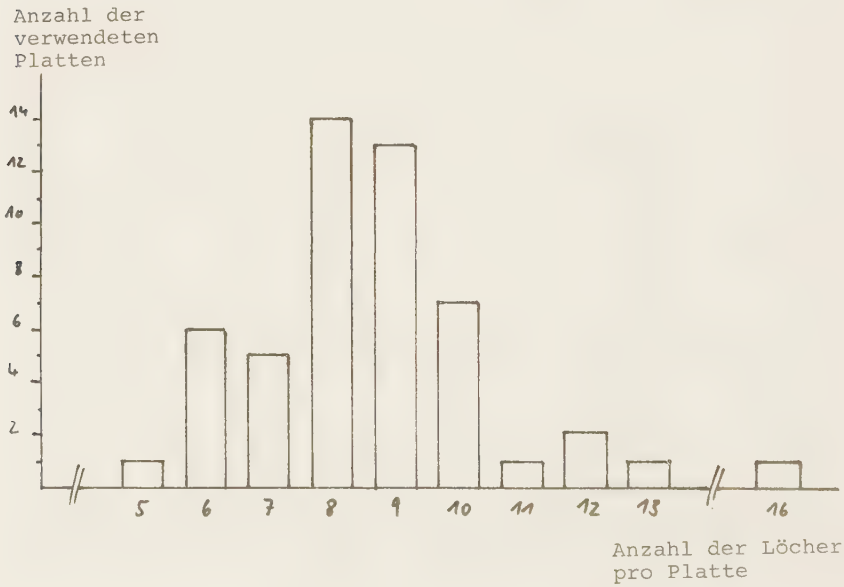

Abb. 3: Häufigkeit der Plattenlängen

Vergleicht man Plattenlänge und Art der Fraktur, erhält man folgende Übersicht:

Frakturart	Gesamt-Patienten-zahl	Anzahl der Platten	Länge der Platten 6 Loch-Platte								
			6	7	8	9	10	11	12	13	16
Querfraktur	21	16	3	2	6	2	-	-	1	1	1
Spiralfraktur	15	13	1	2	2	6	2	-	-	-	-
Trümmerfraktur	22	20	-	-	6	5	5	1	3	-	-
gesamt	58	49	4	4	14	13	7	1	4	1	1

Tab. 7: Plattenlänge und Frakturart

Für eine Spiralfraktur wurden verständlicherweise längere Platten benutzt als für eine Querfraktur. Die längsten Platten mußten für Trümmerfrakturen anglegt werden, wegen der ausgedehnten Zerstörung der Gebiete. Am häufigsten wurden Platten mit 8 oder 9 Schraubenlöchern verwendet, wie auch von anderen Autoren berichtet. In dieser Länge ist der optimale Kompromiß zu sehen zwischen der für die Stabilisierung und Fixierung notwendigen Schraubenzahl und der Kräfterelation Tibialänge zu Plattenlänge. Inwieweit Plattenvorbiegung zur Kompression der Gegenseite verwendet wurde, geht aus den Berichten nicht hervor.

d) Zusatzmaßnahmen

In 18 Fällen wurden zusätzlich zwischen einer und drei Zugschrauben eingesetzt. Hauptanwendungsgebiet waren die Trümmerfrakturen mit 10 Fällen, wobei sechsmal eine Zugschraube, dreimal zwei und einmal drei Zugschrauben zusätzlich eingesetzt wurden. Drei Querfrakturen wurden mit einer Zugschraube zusätzlich fixiert, sowie 5 Drehfrakturen. Disloziert waren von den zehn Trümmerfrakturen ursprünglich sechs, von den fünf Drehfrakturen eine und von den drei Querfrakturen zwei. Die Schrauben wurden dementsprechend zur zusätzlichen Einrichtung verschobener Fragmente oder zur Fixierung von einzelnen Bruchfragmentteilen benutzt.

Bei zusätzlicher Schraubenfixation wurde in 2 Fällen eine Spongiosaplastik notwendig. Ingesamt wurde eine Spongiosaplastik in 9 Fällen durchgeführt, Hauptanwendungsgebiet war auch hier die Trümmerfraktur mit 7 Fällen.

Die Fragmentenden der Tibia wurden in zwei Fällen resiziert, einmal bei einer Drehfraktur und einmal bei einer offenen Trümmerfraktur. Resektion, Spongiosaplastik und Zugschrauben wurden nur bei Plattenosteosynthesen angewendet, was sich schon aus der Indikationsstellung zu den einzelnen Therapiearten ergibt.

e) Fibula

Bei 56 Patienten war die Fibula frakturiert, dabei bei einem Patienten als alleiniger Bruch. Dieser wurde in Gips ruhiggestellt. Sieht man von den anderen vier konservativ versorgten Frakturen ab, bei denen die Fibula indirekt mit geschient worden ist, wurden in insgesamt 8 Fällen spezielle chirurgische Maßnahmen an dem Wadenbein durchgeführt: viermal wurde ein kleiner Teil reseziert, um ein Sperren der Fraktur zu vermeiden, einmal wurde ein Rushpin verwendet und dreimal zusätzlich eine Drittelrohrplatte am Außenknöchel wegen zusätzlicher Sprunggelenkverletzung. Der Rushpin wurde bei einer 3/4 Amputationsverletzung angewendet, diese Fraktur wurde als einzige mit einem Fixateur externe stabilisiert und in der Schwebe gelagert, während sonst Braunsche Schienen, Schaumstoffe oder Gipslonguetten verwendet wurden.

4. Übungs- und Belastungsstabilität

Die 4 durch Küntschner Nagelung versorgten Frakturen waren, wie mit dieser Methode im Normalfall zu erwarten, nach der Operation übungs- und belastungsstabil. Die durch Corticalisschrauben versorgte Torsionsfraktur zeigte sich nach der Operation ebenso übungsstabil wie 45 der 49 durch Plattenosteosynthese stabilisierten Frakturen. In 6 Fällen wurde zusätzlich ein Gipsverband angelegt, dreimal bei Dislokationen, davon zweimal als offene Fraktur, einmal zur Stabilisierung einer Knieverletzung und einer Knöchelverletzung, und dann bei der Teil-Amputationsverletzung. Diese wurde durch Plattenosteosynthese, Fibula-Rushpin, Kirschner-Drähte und Fixateur externe sowie durch Adap-

tationsnähte der Muskulatur und nachfolgender Schwebebehandlung für die Heilung ausreichend stabilisiert.

2 Patienten konnten trotz übungsstabiler Versorgung nicht mobilisiert werden, weil der Femur nicht stabil war. Alle anderen begannen kurz nach der Operation mit Bewegungsübungen.

IV. Nachbehandlung

1. Allgemein

Alle operierten und konservativ versorgten Patienten wurden bald nach der Versorgung krankengymnastisch betreut. Sie wurden angewiesen, das verletzte Bein bis zur Wundheilung unbelastet mit Fersenkontakt, dann mit einer Kraft von etwa 20 Kilopond teilbelastet zu bewegen und nach Röntgenkontrolle voll zu belasten.

2. Bei konservativer Versorgung

Für die konservativ Versorgten sieht ein Vergleich wie folgt aus; wobei die Werte für unbelastetes Üben hier nicht berücksichtigt wurden:

	Beginn (Wochen)		
	min.	max.	Ø
Fersenkontakt	4	10	7
zunehmend belastet	8	15	12
voll belastet	9	17	14

Tab. 8: Belastungszeiten konservative Behandlung

Die kürzesten Zeiten für die Restitution zeigte ein 7-jähriger Junge, der nach neun Wochen wieder voll belasten konnte. Die zweitkürzesten Werte ergaben sich mit 7, 8 und 11 Wochen für einen 16-jährigen. Die anderen drei Wertgruppen liegen sehr nah aneinander um 9, 15 und 16 Wochen. Die erwachsenen Patienten wurden einmal wegen einer isolierten Fibulafraktur und zweimal wegen ihres schlechten Allgemeinzustandes konservativ versorgt. Daraus erklären sich auch die sehr langen Zeitangaben, die um etwa einen Monat über den üblichen Erfahrungswerten liegen.

3. Bei operativer Versorgung

a) Markraumnagelung

Für die mit Markraumnagelung versorgten 4 Patienten sieht die Tabelle wie folgt aus:

	Beginn (Wochen)		
	min.	max.	Ø
Fersenkontakt	2	4	3
zunehmend belastet	6	7	6
voll belastet	7	11	8

Tab. 9: Belastungszeiten Markraumnagelung

Drei der vier Patienten belasteten bereits teilweise zu den Minimalzeiten und konnten nach etwa 11 Wochen ihr Bein wieder voll einsetzen. Der vierte Patient war fünf Wochen konservativ vorbehandelt worden mit Calcaneus-Drahtextension der primär offenen Fraktur, er konnte bereits 7 Wochen nach der Operation, also 12 Wochen nach dem Unfall, seinen Unterschenkel wieder voll belasten.

b) Plattenosteosynthese

b1) Patientengut

Von den übrigen 50 Patienten wurde einer nur mit Schrauben osteosynthetisch versorgt. Ich gliederte ihn zu den dann 47 mit Plattenosteosynthese versorgten Patienten ein. Die drei fehlenden Werte ergeben sich wie folgt: eine Patientin verstarb am 6. Tag nach Unfall, eine Platte verbog sich wegen vorzeitiger Belastung und wurde am 22. Tag p.op. ersetzt, und bei dem dritten Patienten mußte eine Oberschenkelamputation durchgeführt werden. Es lag bei ihm konnatal eine Tibiadysmelie links vor. Nach einer Umstellungsosteotomie 1976 entwickelte sich eine nicht beherrschbare, später fistelnde Osteomyelitis, infolge derer die Osteotomiestelle 18 Monate später bei einem Sportun-

fall brach und mit Spongiosaplastik, AO-Platte und Fibulateilresektion übungsstabil fixiert wurde. 7 Monate später wurde wegen Komplikationen in der Wundheilung und Verdacht auf Osteomyelitis und Pseudarthrose amputiert. Der Patient war zu diesem Zeitpunkt 24 Jahre alt.

b2) Belastungszeiten

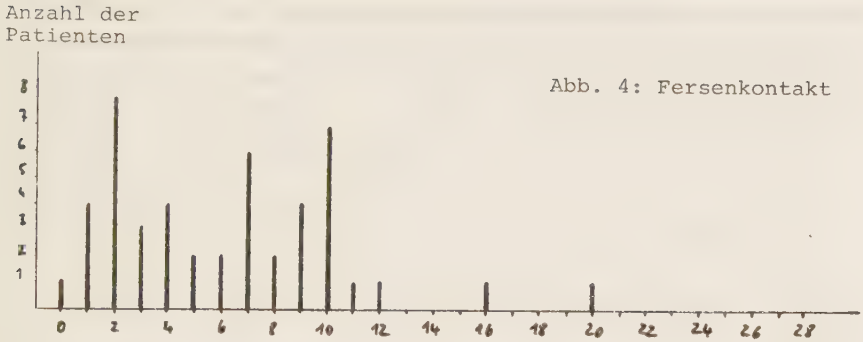

Abb. 4: Fersenkontakt

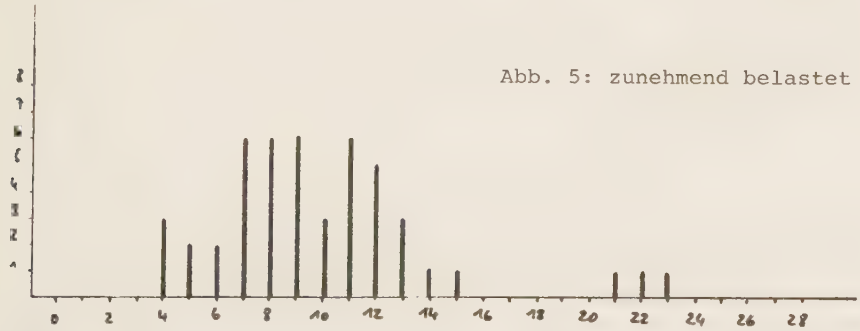

Abb. 5: zunehmend belastet

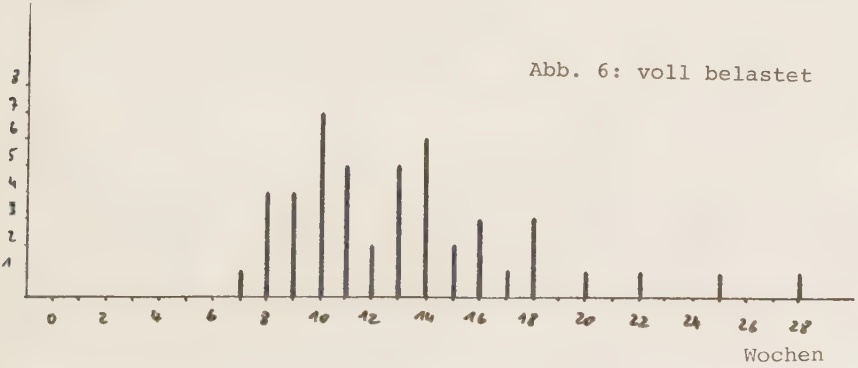

Abb. 6: voll belastet

Abb. 4 - 6: Belastungszeiten für Plattenosteosynthesen

Die Patienten benutzten ihren verletzten Unterschenkel entweder im Zeitraum zwischen der 1. und 4. Woche unbelastet mit Fersenkontakt zum ersten Mal wieder, oder zwischen der 7. und 10. Woche. Der Beginn der Übungen ist allerdings weniger aussagekräftig als die Fortschritte, die sich in den beiden Abbildungen 5 und 6 wiederspiegeln.

Zusammenfassend ergibt sich folgende Tabelle:

	Beginn (Wochen)		
	min.	max.	Ø
Fersenkontakt	0	16	6,13
zunehmend belastet	4	23	9,94
voll belastet	7	20	13,13

Tab. 10: Belastungszeiten Plattenosteosynthese

Bei der zunehmenden Belastung liegen die Durchschnittswerte und der Häufigkeitsgipfel zwischen 7 und 12 Wochen. In der Abbildung der Vollbelastung erkennt man zwei Gruppen, zwischen 8 und 11 Wochen, und zwischen 13 und 16 Wochen. Der Durchschnittswert liegt höher, da einige Patienten bedeutend längere Zeiten aufwiesen. Hierfür sind folgende Ursachen zu diskutieren: Trümmerverletzungen in 4 Fällen, zusätzlich höheres Alter, Grunderkrankungen, schlechter Allgemeinzustand, und ein Patient mit Teilamputationsverletzung.

Betrachtet man die Extremwerte auf der anderen Seite der Skala, finden sich folgende Ursachen für die extrem schnelle Heilung: 9 Patienten konnten binnen 9 Wochen nach der Operation ihr Bein wieder voll belasten. Die Patienten kamen aus allen Altersgruppen, sie waren zwischen 24 und 68 Jahre alt. 4 Frakturen waren zertrümmert, zwei offen, (davon eine Trümmerfraktur), vier andere einfache Frakturen. Die Schwere der Fraktur, der Allgemeinzustand bzw. das Alter waren also keine Ursachen für die schnelle Heilungstendenz.

c) Abhängigkeit der Heildauer

Aus den folgenden Abbildungen ist der Beginn der zunehmenden Belastung bzw. der Vollbelastung ersichtbar, abhängig vom Beginn mit unbelasteten Übungen. Dabei wurde die Abhängigkeit dieser Zeiten zur Frakturart, zum Alter und zum Allgemeinzustand des Patienten und zum Beginn der Behandlung herausgestellt.

c1) Beginn mit Fersenkontakt

Beim Vergleich der Zeiten zwischen dem Beginn des Fersenkontaktes und der zunehmenden Belastung sieht man folgendes:

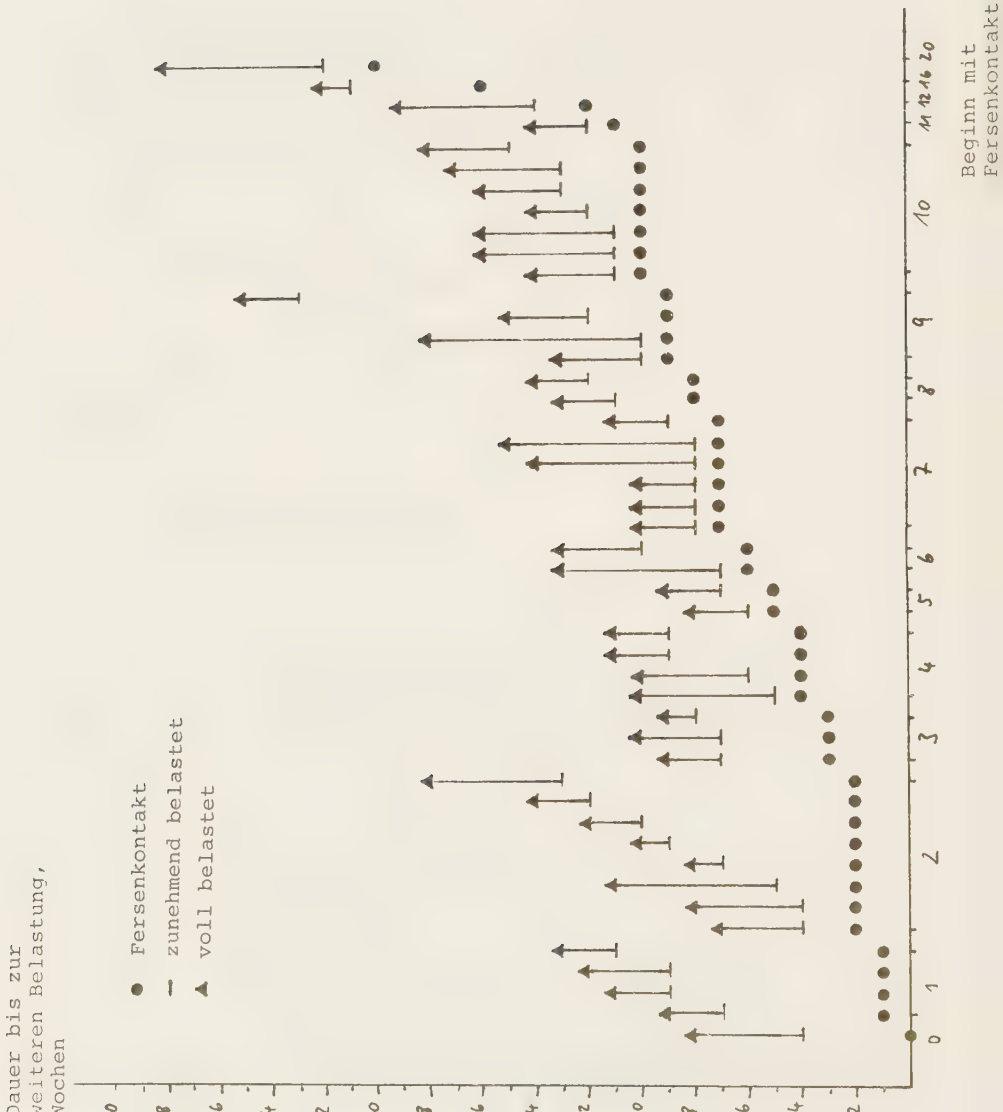

Abb. 7: Dauer vom Beginn mit Fersenkontakt bis zu zunehmender Belastung und voller Belastung

Belastet der Patient noch in der Woche der Operation bis zu etwa 4 Wochen danach mit Fersenkontakt, so kann er meist drei bis sechs Wochen später zunehmend belasten. Vollbelastung ist in der 8. bis 12. Woche nach dem Unfall möglich.

In der Gruppe der Patienten, die in der ersten oder zweiten Woche nach der Operation schon mit unbelasteten Übungen angefangen hatten, finden sich 13 Patienten. Vier von ihnen konnten schon in der 4. bzw. 5. Woche belasten, volle Belastung war zwischen der 7. und 11. Woche möglich. Die anderen Patienten aus dieser Gruppe begannen mit der zunehmenden Belastung zwischen der 7. und 13. Woche, sie konnten zwischen der 8. und 18. Woche wieder voll belasten. In der Regel war die Vollbelastung etwa 14 Tage nach Beginn der Teilbelastung möglich, in Ausnahmefällen, so bei einer Trümmerfraktur, dauerte es weitere 5 Wochen.

Die Patienten, die in der Zeit zwischen der 5. und 7. Woche mit Fersenkontakt begannen, konnten schon nach etwa drei Wochen voll belasten. Bei drei Patienten betrug die Zeitdauer sechs bzw. sieben Wochen.

Allgemein ist folgendes festzustellen: Beginnt der Patient zwischen der 5. und 11. Woche mit Fersenkontakt, so kann er nach einer bis zwei Wochen zunehmend belasten, und nach weiteren zwei bis drei Wochen voll. Beginnt der Patient schon vor der 7. Woche mit Fersenkontakt, so kann er etwa in der 8. bis 12. Woche nach dem Unfall voll belasten, also genauso schnell wie der Patient, der schon bis zur 4. Woche nach dem Unfall mit den Übungen begann, und meist schneller als der Patient, der zwischen der 7. und der 11. Woche mit Fersenkontakt anfing.

17 Patienten fingen zwischen der 8. und der 20. Woche nach dem Unfall mit unbelasteten Übungen an. 9 davon konnten ein bis zwei Wochen später teilbelasten, drei schon nach drei Wochen wieder voll belasten. Bei den anderen dauerte es meist mindestens sechs Wochen, bis sie ihr Bein wieder voll gebrauchen konnten. Bei 2 Patienten erlaubte der schlechte Allgemeinzustand keine früheren Aktivitäten, bei 2 anderen lag eine zusätzliche Verletzung des Beckens bzw. des Oberschenkels vor. Ein weiterer hatte eine drei-Viertel-Amputationsverletzung des Unterschenkels.

Alter und schlechter Allgemeinzustand können nach diesen Daten zwar die Heilung verzögern. Bei den meisten Patienten wirkt

sich ein Beginn der unbelasteten Übungen um die 4. Woche nach der Operation durchaus günstig auf die weitere Bruchheilung aus.

Vergleicht man die Durchschnittswerte, die zwischen dem Beginn mit Fersenkontakt und der Dauer bis zur vollen Belastung lagen, wird diese Erfahrung noch deutlicher:

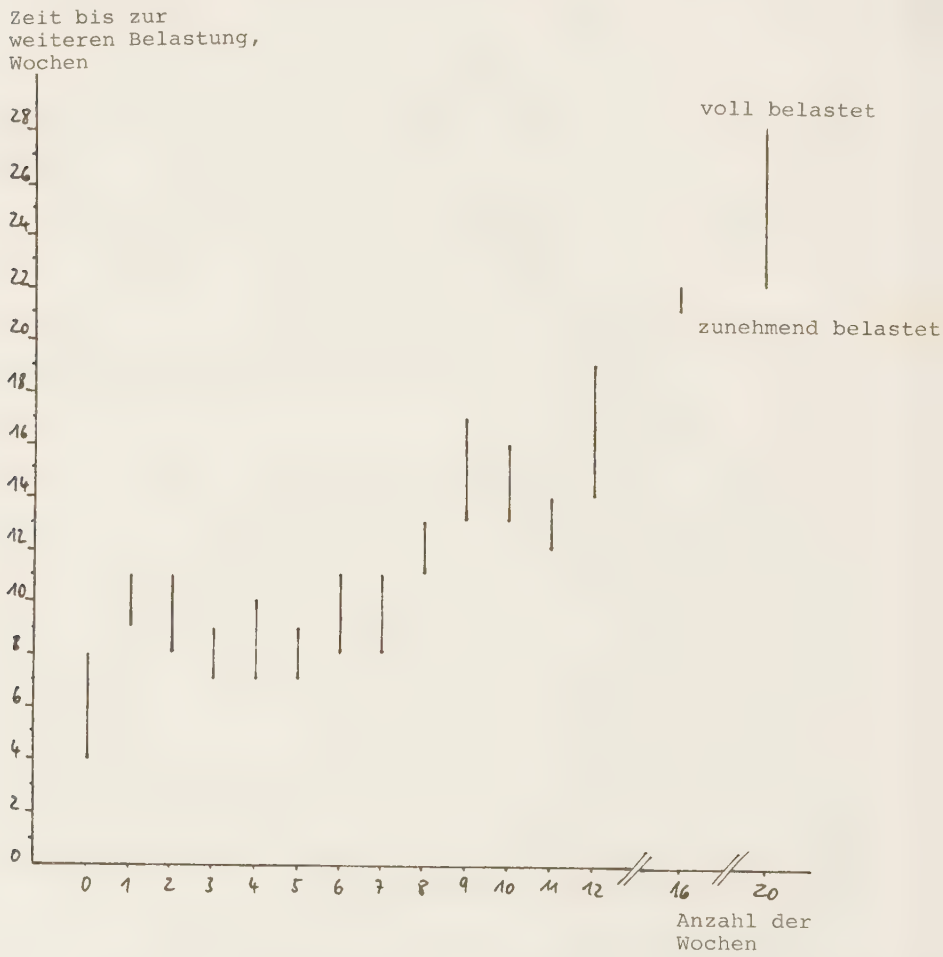

Abb. 8: Dauer der krankengymnastischen Übungen vom Fersenkontakt bis zur Vollbelastung, Durchschnittswerte (Wochen)

Die Dauer bis zur Vollbelastung ist am kürzesten bei einem Beginn mit Fersenkontakt zwischen der zweiten und der siebten Woche.

Die Abbildung 9 zeigt dies noch deutlicher.

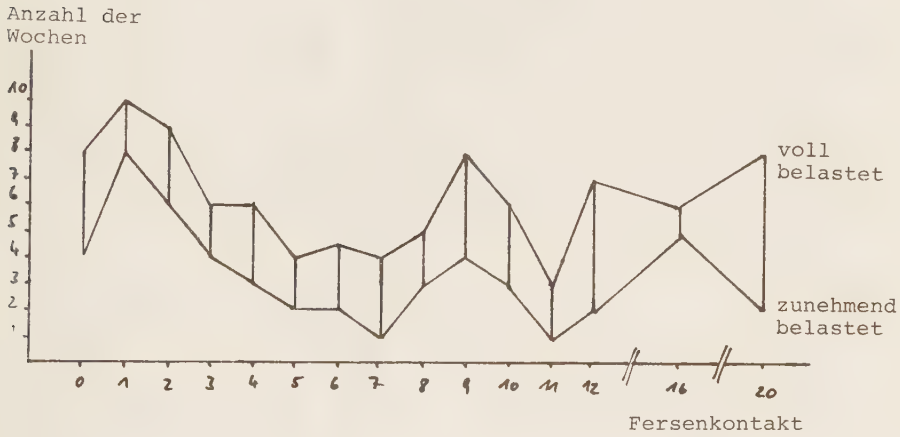

Abb. 9: Dauer von Fersenkontakt bis zur Vollbelastung, Durchschnittswerte

Ein hoher Wert in der Gruppe der 6. Woche wurde ausgelassen, es handelt sich um einen Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma.

c2) Beginn mit zunehmender Belastung

Genauer noch als der Beginn mit Fersenkontakt lassen die Zeiten für einen Beginn mit zunehmender Belastung Rückschlüsse auf den Heilverlauf zu: siehe Abbildung 10.

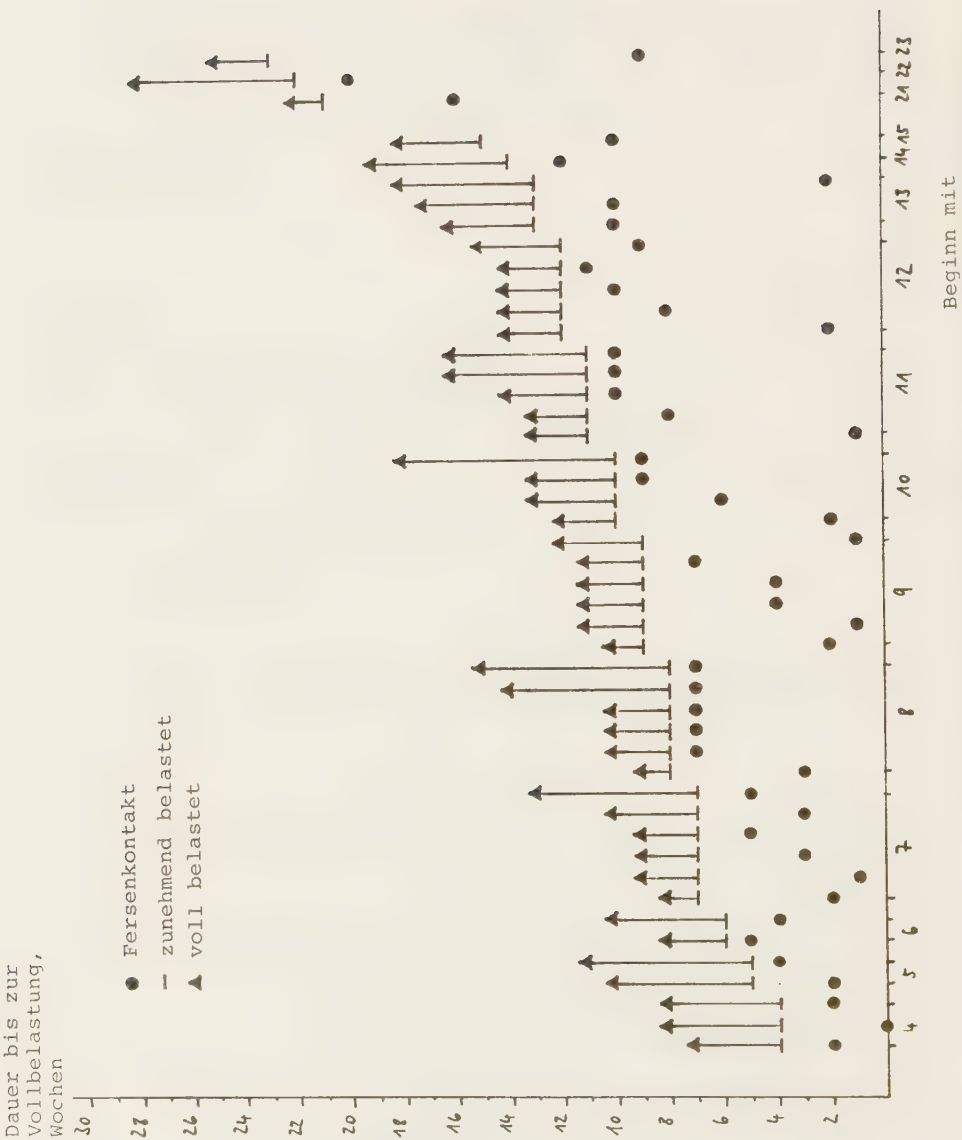

Abb. 10: Dauer von zunehmender Belastung bis zur Vollbelastung

Hier findet sich ein Zeitraum zwischen der Teilbelastung und dem Beginn der vollen Belastung zwischen 2 und 3 Wochen, wenn mit der Teilbelastung zwischen der 6. und 12. Woche begonnen wird. Wurde früher teilbelastet, konnte meist zwischen der 8. und 14. Woche voll belastet werden.

Ursache für einen späteren Beginn mit zunehmender Belastung waren: schlechter Allgemeinzustand, Infektion der Operationswunde, zweit- bis drittgradig offene Frakturen bzw. polytraumatisierte Patienten.

Vergleicht man auch hier die Durchschnittswerte für die Dauer zwischen Beginn der Teilbelastung und der Vollbelastung, finden sich die kürzesten Werte zwischen der 6. und 9. Woche mit Beginn der teilbelastenden Übungen:

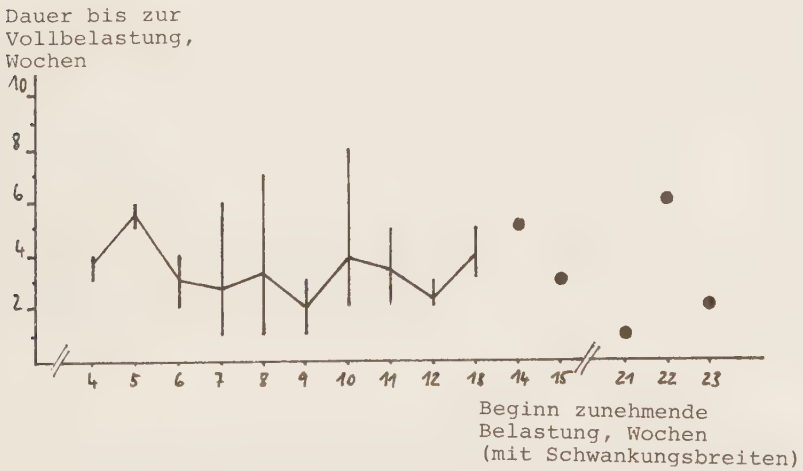

Abb. 11: Dauer von zunehmender Belastung bis zur Vollbelastung, Durchschnittswerte

Die letzten fünf Werte sind Einzelergebnisse und dementsprechend vorsichtig zu beurteilen. Die Werte für die 4. und 5. Woche sowie die für die 10. bis 13. Woche sind deutlich höher als die für den bereits angegebenen Zeitraum 6. bis 9. Woche.

c3) Abhängigkeit der Heildauer von den Frakturarten

Um zu beurteilen, inwieweit die Art der Fraktur Einfluß nimmt auf die Heildauer, wurden die Zeiten für unbelastetes, teilbelastendes und voll belastendes Üben für Quer-, Spiral- und Trümmerfrakturen sowie für offene und geschlossene Frakturen aufgelistet und gemittelt, die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse:

	Beginn Fersenkontakt (Wochen)			Beginn zunehmend belastet (Wochen)			Beginn voll belastet (Wochen)			Dauer zunehmend bis voll belastet (Wochen)		
	min.	max.	Ø	min.	max.	Ø	min.	max.	Ø	min.	max.	Ø
Querfraktur	1	10	6,3	5	13	9,7	8	18	13,4	1	8	3,7
Spiralfraktur	1	7	3,8	4	12	7,7	7	14	10,6	4	6	2,9
Trümmerfraktur	0	20	8,0	4	23	1,8	8	28	14,9	1	6	3,1
offene Fraktur	2	20	8,1	5	23	11,1	8	28	14,4	1	6	3,3
geschl. Fraktur	0	11	5,1	4	15	9,3	7	20	12,4	1	8	3,1
gesamt	0	16	6,1	4	23	9,9	7	28	13,1	1	8	3,2

Tab. 11: Heildauer und Frakturart

Die kürzesten Werte bis zur vollen Belastung finden sich bei den Querfrakturen, eine Woche länger brauchen die Patienten mit spiralförmiger Frakturlinie. Offene und zertrümmerte Frakturen brauchten zu ihrer vollen Belastbarkeit eine Woche länger als der Durchschnitt. Patienten mit Spiralfrakturen belasteten zuerst teilweise, sie begannen auch als erste mit unbelastenden Übungen, und zwischen Teil- und voller Belastung lagen hier die kürzesten Werte. Am längsten dauerte diese Phase bei Patienten mit Querfraktur. Sie begannen auch erst meist zwei bis drei Wochen später mit den jeweiligen Belastungsübungen. Daß Trümmerfrakturen

bis zu ihrer vollen Belastbarkeit am längsten Zeit benötigten, überrascht nicht, auffallend ist dagegen die relativ kurze Zeit zwischen Teil- und Vollbelastung, die knapp unter dem Gesamtdurchschnitt liegt.

c4) Vergleich

Alle Zahlenwerte liegen sehr nah den Werten, die sich bei den 5 mit kons. Gipsverbänden versorgten Patienten ergaben. Die Zeiten für eine volle Belastung lagen hier zwischen 9 und 17 Wochen nach dem Unfall mit einem Durchschnittswert von 14 Wochen. Minimalwert und Durchschnittswert sind gegenüber den operativ versorgten Patienten ähnlich, die Abweichung im Maximalwert liegt hier durch die schwereren Verletzungen und schlechteren Allgemeinzustand einiger mit AO-Platte versorgter Patienten begründet. Vergleicht man dazu die mit Küntscher' Nagel versorgten Frakturen, findet man erwartungsgemäß mit 7 bis 11 Wochen (durchschnittlich 8 Wochen) sehr viel kürzere Zeiträume, die sich aus der sofort nach der Operation ergebenden Belastungsstabilität dieser Frakturversorgung ergeben.

d) Vorbehandlung

Fünfzehn operierte Patienten waren zwischen 3 und 32 Tagen nach dem Trauma sekundär versorgt worden. Vergleicht man die Übungszeiten dieser Patienten mit denen aller Patienten, erhält man folgende Tabelle:

	Beginn Fersenkontakt			Beginn zunehmend belastet			Beginn voll belastet			Dauer teil- bis vollbelastet		
	min. (Wochen)	max.	Ø	min. (Wochen)	max.	Ø	min. (Wochen)	max.	Ø	min. (Wochen)	max.	Ø
Zeitraum mit Vorbehandlung	1	11	5,5	4	15	9,3	7	18	11,9	2	4	2,6
Zeitraum ohne Vorbehandlung	0	9	3,6	3	12	7,4	6	15	10,0			
Gesamt-Zeitraum	1	16	6,1	4	23	9,9	7	28	13,1	1	4	3,2

Tab. 12: Heildauer und Vorbehandlung

Die Patienten wurden meist aus Gründen vorbehandelt, die nicht mit der Schwere der Verletzung korrelierten. Es ergeben sich hier gegenüber dem Gesamtpatientengut kürzere Zeiten, die zwischen den Durchschnittswerten für eine Quer- und eine Spiralfraktur liegen. Auffallend ist, daß die Patienten, die vorbehandelt wurden, am wenigsten Zeit brauchten, bis sie nach Beginn der Teilbelastung voll belasten können.

Vorbehandelte Frakturen zeigten keinen verzögerten Heilverlauf gegenüber sofort definitiv versorgten Frakturen. Die Patienten begannen nach der Operation eher und schneller mit unbelastenden Übungen, die Zeit bis zur Vollbelastung war in etwa gleich.

4. Ergebnis

Bei Beginn der zunehmenden Belastung zwischen der 6. und 12. Woche nach der Operation bzw. nach dem Unfall betrug die Zeit bis zur Vollbelastung etwa zwei bis drei Wochen. Im Interesse einer schnellen Heilung aus psychologischen, wirtschaftlichen und persönlichen Gründen ist ein möglichst früher Beginn der zunehmenden Belastung anzustreben, wenn es der Heilverlauf zuläßt. In unserem Patientengut wirkten sich ein frühzeitiger Beginn mit den Bewegungsübungen allgemein verkürzend auf die gesamte Heildauer aus. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Empfehlungen der AO.

V. Komplikationen

1. Allgemein

Bei 27 Patienten traten während des Heilverlaufs Probleme auf. Hiervon verstarb ein Patient an den Folgen seines schweren Schädel-Hirn-Trauma. In einem anderen Fall mit infizierter Pseudarthrose bei kongenitaler Unterschenkeldysmelie mußte der Unterschenkel amputiert werden. Weitere Komplikationen bestanden in verzögerter knöcherner Durchbauung des Frakturspaltes, Infektionen, Wundheilungsstörungen und Fisteln, gelockerten Schrauben und Plattenbrüchen. In zwei Fällen von Markraumnagelung mußte das operative Vorgehen geänderten werden, weil der Nagel die Tibia zu sprengen drohte. Diese beiden Fälle wurden hier nicht berücksichtigt, weil sie ohne Komplikationen ausheilten.

2. Störungen der Wundheilung

Bei drei Patienten (44, 61, 69 Jahre alt) mit offener Unterschenkelfraktur kam es nach Plattenosteosynthese zu einer verzögerten Wundheilung. Es traten keine Probleme der Knochenbruchheilung auf, die endgültigen Narben waren reizlos.

In drei anderen Fällen, einmal nach Markraumnagelung und zweimal nach AO-Plattenosteosynthese, bildete sich eine Weichteilfistel. In einem Fall konnte die Fistel mit konservativen Maßnahmen zur Abheilung gebracht werden. Bei einem zweiten Patienten zwang der bis auf das Implantat reichende Infekt nach 20 Wochen zur Materialentfernung. Bei guter Stellung der Fragmente und knöcherner Durchbauung des Bruchspaltes erübrigten sich weitere operative Maßnahmen. Die Fistel kam nach einem Jahr zur Ausheilung.

Bei einem dritten Patienten mit non-union bei liegendem Implantat wurde reoperiert: Nach Anfrischen und Säubern der Knochenfragmente wurde erneut eine AO-Plattenosteosynthese durchgeführt mit konsekutiver Konsolidierung der Fraktur.

3. Störungen der Knochenbruchheilung

a) Unruhekallusbildung

Bei drei Patienten mit Plattenosteosynthese zeigte sich nach Beginn der Teilbelastung Unruhekallus. Einmal kam es nach kurzfristiger Entlastung zur Konsolidierung der Fraktur. In einem anderen Fall mit erheblicher Kallusbildung und unbefriedigender knöcherner Durchbauung wurde nach 75 Wochen das Material entfernt. Acht Wochen später kam es im Rahmen eines Bagatelltraumas zur Refraktur, die diesmal erfolgreich konservativ versorgt wurde. Dieser Patient war Alkoholiker, so daß die Befolgung der Therapieanweisungen nicht gesichert schien.

Im dritten Fall wurde nach 29 Wochen das Material entfernt und eine autologe Spongiosaplastik durchgeführt mit nachfolgender Ruhigstellung im Oberschenkelliegegips. Auch diese Fraktur kam danach zur Konsolidierung.

Die Zeiten für den jeweiligen Beginn der krankengymnastischen Übungen mit zunehmender Belastung liegen über den Durchschnittswerten:

	Durchschnittswerte aller Patienten (Wochen)	Werte Patient 1 (Wochen)	2	3
mit Fersenkontakt	6,13	11	7	10
belastet zunehmend	9,94	12	8	12
voll belastet	13,13	14	15	14

Tab. 13: Vergleich Beginn mit krankengymnastischen Übungen der drei o.g. Patienten mit dem Gesamtpatientengut

b) Fehlende Konsolidierung ohne Unruhekallus

Bei drei Patienten verzögerte sich die Knochenbruchheilung. Die Patienten waren 36, 41 bzw. 60 Jahre alt. Einmal lag eine Querfraktur, zweimal ein Trümmerbruch vor. Alle drei Patienten konnten trotzdem nach durchschnittlich 16 Wochen voll belasten, mit komplikationslosem weiteren Verlauf. In drei anderen Fällen

konnte eine Durchbauung des Bruchspaltes nicht nachgewiesen werden. Den Patienten war nach üblicher Zeit eine voll Belastung des verletzten Beines erlaubt worden. Bei der Nachoperation nach 17, 29 bzw. 60 Wochen wurden die Platten entfernt.

Im ersten Fall wurde auf erneute Implantation verzichtet, die Fraktur konsolidierte unter konservativer Behandlung. Im zweiten Fall konsolidierte die Fraktur nach erneuter Plattenosteosynthese, im dritten nach Markraumnagelung. Ursache der fehlenden Konsolidierung waren in einem Fall offensichtlich ungenügende Kompression der Fragmente, in den zwei anderen Fällen ein Infekt bei instabiler Osteosynthese.

4. Störungen mit Veränderungen im Implantat

a) Schraubenlockerung

Bei zwei Patienten mit Plattenosteosynthese mußte jeweils eine gelockerte Schraube vorzeitig entfernt werden, da es zu einer Hautdrucknekrose gekommen war. Die Frakturen heilten dabei problemlos.

b) Plattenverbiegung und Plattenbruch

Bei einem Patienten zeigte sich nach 35 Wochen eine Verbiegung der eingesetzten AO-Platte, so daß ein Bruch drohte. Der Patient hatte zu diesem Zeitpunkt voll belastet, da röntgenologisch von einer zunehmenden Konsolidierung ausgegangen worden war. Da die Verbiegung nur zu einer Achsabweichung von ca. 5 Grad führte und eine Kompression der plattenfernen Frakturfragmente nach sich zog, ging man weiter konservativ vor. Unter krankengymnastischer Anleitung sollte eine weitere Teilbelastung stattfinden. Die Patientin war Alkoholikerin, es wurden ihr Fehlbelastungen nach unzureichender vorheriger Belastung nachgewiesen.

In fünf weiteren Fällen kam es zur Plattenverbiegung (ein Patient) oder zum Plattenbruch (vier Patienten) infolge Sturzes. Die Platten wurden entfernt. Zwei Stürze ereigneten sich im Vollrausch, bei zwei anderen Patienten war Mitursache mangelnde Mitarbeit, so daß - wie schon im obigen Fall - von einer plötzlichen Überlastung des Knochen-Implantat-Bereiches ausgegangen werden kann. Der fünfte Patient wies zahlreiche Nebenerkrankungen

auf (Diabetes mellitus, Adipositas permagna, Hepatopathie, Duodenalulcera, Nephropathie und cardiopulmonale kompensierte Insuffizienz).

5. Zusammenfassung

In allen 25 Fällen mit Komplikationen im Heilverlauf kam es nach entsprechender Therapie zur Konsolidierung der Fraktur. Ein Patient verstarb an den Folgen eines schweren Schädel-Hirn-Trauma, einem andern mußte der Unterschenkel amputiert werden. Diese Fälle blieben hier unberücksichtigt.

Von den 25 Patienten mußten 12 reoperiert werden, das sind 20 % aller 59 Patienten bzw. 22 % aller operativ versorgten Patienten. Diese Patienten waren zwischen 21 und 69 Jahre alt, daß Durchschnittsalter lag mit 42,8 Jahren über dem allgemeinen Durchschnittsalter von 36 Jahren.

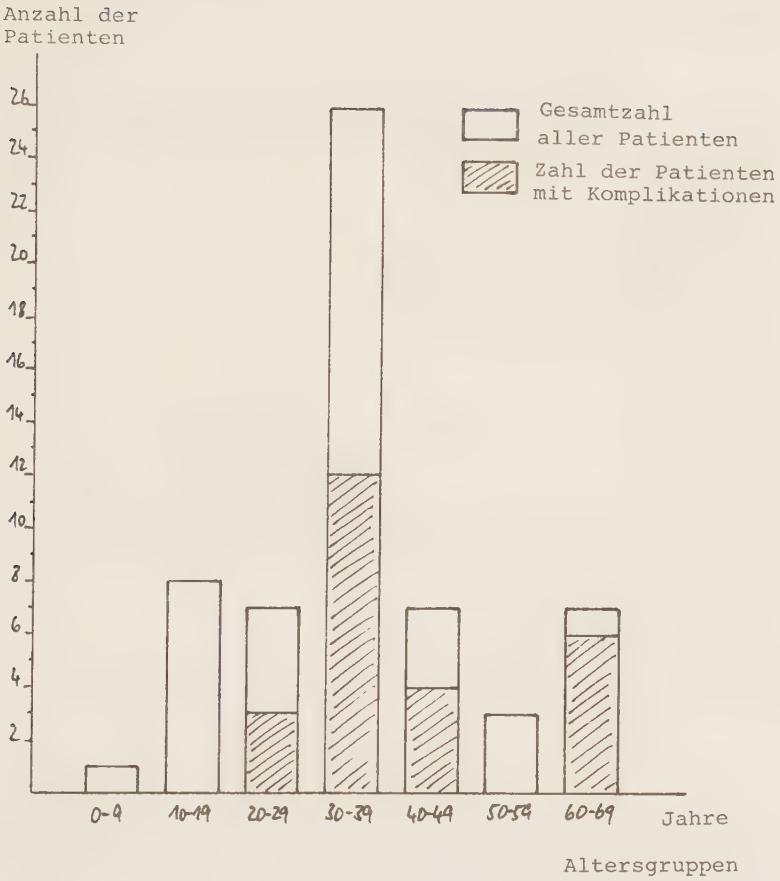

Abb. 12: Anteil der Patienten mit Komplikationen am Gesamtpatientengut

Wie der Vergleich zeigt, kamen in der Altersgruppe bis zu 19 Jahren die Frakturen ohne Komplikationen zur Ausheilung. In der Gruppe der 60 bis 69-jährigen traten bei 6 von 7 Patienten Komplikationen in der Knochenbruch- und Wundheilung auf. Mitursache sind konkomittierende Erkrankungen bei diesen Patienten.

a) Vergleich der Fälle mit Komplikationen mit dem Gesamtpatientengut

	Patienten mit Komplikationen	Patienten ohne Komplikationen
Unfallursache		
Verkehrsunfall	67 %	53 %
Arbeitsunfall	25 %	17 %
Sportunfall	8 %	17 %
Frakturarten		
Querfraktur	33 %	36 %
Spiralfraktur	13 %	26 %
Trümmerfraktur	54 %	38 %
offen	29 %	33 %
Vorbehandlung		
Anzahl	25 %	28 %
Dauer Tage	15,3	13,2

Tab. 14: Vergleich der Fälle mit Komplikationen mit dem Gesamtpatientengut

Zur erneuten Stabilisierung wurde in einem Fall weiter konservativ vorgegangen, wobei nach Materialentfernung ein Oberschenkelliegegips angelegt wurde. In einem anderen Fall wurde das operative Vorgehen geändert und nach Materialentfernung eine Markraumnagelung durchgeführt. In den übrigen Fällen wurde eine erneute Plattenosteosynthese durchgeführt. In 47 % aller Plattenosteosynthesen traten Probleme während des Heilverlaufs auf, wobei aber nur in der Hälfte der Fälle eine Reoperation notwendig wurde.

b) Plattenlänge und Komplikationen

Vergleicht man die Zahl der jeweils verwendeten Platten bei Patienten mit und ohne Komplikationen, so läßt sich daraus kein

Zusammenhang mit der Entstehung von Komplikationen im Heilverlauf ablesen.

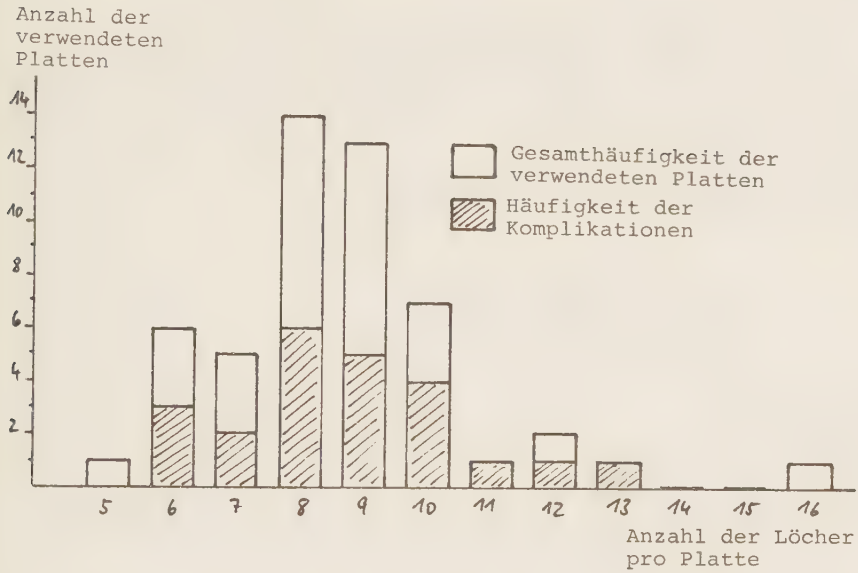

Abb. 13: Vergleich der Plattenlängen bei Patienten mit und ohne Komplikationen

c) Übungsbeginn und Komplikationen

Es wurden die Zeitwerte für den Beginn mit krankengymnastischen Übungen verglichen, jeweils für unbelastete Bewegungsübungen, zunehmende Belastung und volle Belastung. In einem Fall war die Fraktur konservativ durch Gipsverbände ruhiggestellt worden, dieser Patient konnte nach 9, 14 und 16 Wochen Übungen durchführen. Diese Werte liegen damit etwa jeweils 2 Wochen über den Durchschnittswerten für konservativ versorgte Patienten mit 7, 12 und 14 Wochen. Ursache war bei diesem Patient sein schlechter Grundzustand.

Ein 30-jähriger war mit Markraumnagelung versorgt worden, er konnte nach 3, 7 und 11 Wochen seine Belastungsübungen durchführen. Damit liegen seine Werte bis zu drei Wochen über den

Durchschnittswerten der anderen mit Markraumnagelung versorgten Patienten von 3, 6 und 8 Wochen. Die Gründe hierfür lagen in den notwendigen Entlastungszeiten wegen einer Fistelbildung.

Vergleicht man die Zeiten, nach denen die Patienten mit krankengymnastischen Übungen der Teil- und Vollbelastung beginnen konnte, mit denen aller mit Plattenosteosynthese versorgten Patienten, zeigt sich, daß die Patienten durchschnittlich ein paar Tage später mit ihren Übungen beginnen als die anderen, bei denen keine Komplikationen auftraten:

	Übungsbeginn (Wochen) Patienten mit Kompl.			Patienten ohne Kompl.
	min.	max.	Ø	
Fersenkontakt	2	12	7,0	6,1
zunehmend belastet	4	15	10,3	9,9
voll belastet	8	25	13,7	13,1

Tab. 15: Vergleich Übungsbeginn der Patienten mit Komplikationen mit denen ohne Komplikationen

Mitursachen sind, daß die Patienten mit Komplikationen grössere Schmerzen haben, später zu Übungsbehandlungen angewiesen werden, oder auch geringere Neigung zu aktiver Mitarbeit haben als die Gesamtheit. Ein früher Übungsbeginn fördert Motivation, Selbständigkeit und Unabhängigkeit des Patienten von fremder Hilfe. Sie hilft auch, die Konsolidierung im Frakturbereich zu fördern und damit einer Plattenfraktur vorzubeugen. Bei unzureichender Durchbauung des Frakturspaltes muß die Belastung vorsichtig dosiert werden, völlige Entlastung aber ist zu vermeiden, da sonst der physiologische Anreiz zur Knochenneubildung fehlt. Im Normalfall ist ein früher Übungsbeginn günstig zur Verringerung der Komplikationsrate.

VI. Dauer von stationärem Aufenthalt, Behandlung und Arbeitsunfähigkeit

1. Stationärer Aufenthalt

Über die Durchschnittswerte für die Dauer des stationären Aufenthaltes sowie über Minimal- und Maximalwerte informiert folgende Tabelle 16:

Patientengut	Patienten-zahl	Min.	Max.	Ø Wochen
Gesamt	57	0	17	4,5
kons. Versorgung	5	0	8	3,0
Markraumnagelung	4	2	10	4,7
Plattenosteosynthese	48	1	17	4,6
mit Komplikationen	24	2	17	5,5
ohne Komplikationen	33	0	14	3,7

Tab. 16: Dauer des stationären Aufenthaltes

In Fällen mit Komplikationen war in einigen Fällen eine erneute stationäre Aufnahme nach der ersten Entlassung notwendig. Der zweite Aufenthalt dauerte durchschnittlich 4,3 Wochen und hebt den Gesamtdurchschnitt dieser Fälle auf 7,5 Wochen.

Mußte nach Abschluß der Heilung Material entfernt werden, dauerte der stationäre Aufenthalt diesmal durchschnittlich 2,4 Wochen.

Verteilt auf die einzelnen Frakturarten, sehen die Aufenthaltszeiten im Krankenhaus wie folgt aus:

Querfraktur	4,4 Wochen
Spiralfraktur	3,4 Wochen
Trümmerfraktur	5,3 Wochen
offene Fraktur	7,1 Wochen
geschlossene Fraktur	3,3 Wochen
Gesamtwert	4,5 Wochen

Tab. 17: Durchschnittliche Verweildauer im Krankenhaus

Die Dauer des stationären Aufenthaltes korreliert mit der Tendenz zur Konsolidierung der Frakturen: die Spiralfraktur bedarf am kürzesten, die Trümmerfraktur am längsten der stationären Pflege. Patienten mit offenen Frakturen konnten erst drei bis vier Wochen später aus dem Krankenhaus entlassen werden als Patienten mit geschlossenen Brüchen. Der stationäre Aufenthalt war damit etwa doppelt so lang.

Um einen Einfluß der Dauer des stationären Aufenthaltes auf den Beginn der krankengymnastischen Übungen abzuklären, wurden die jeweiligen Daten miteinander verglichen.

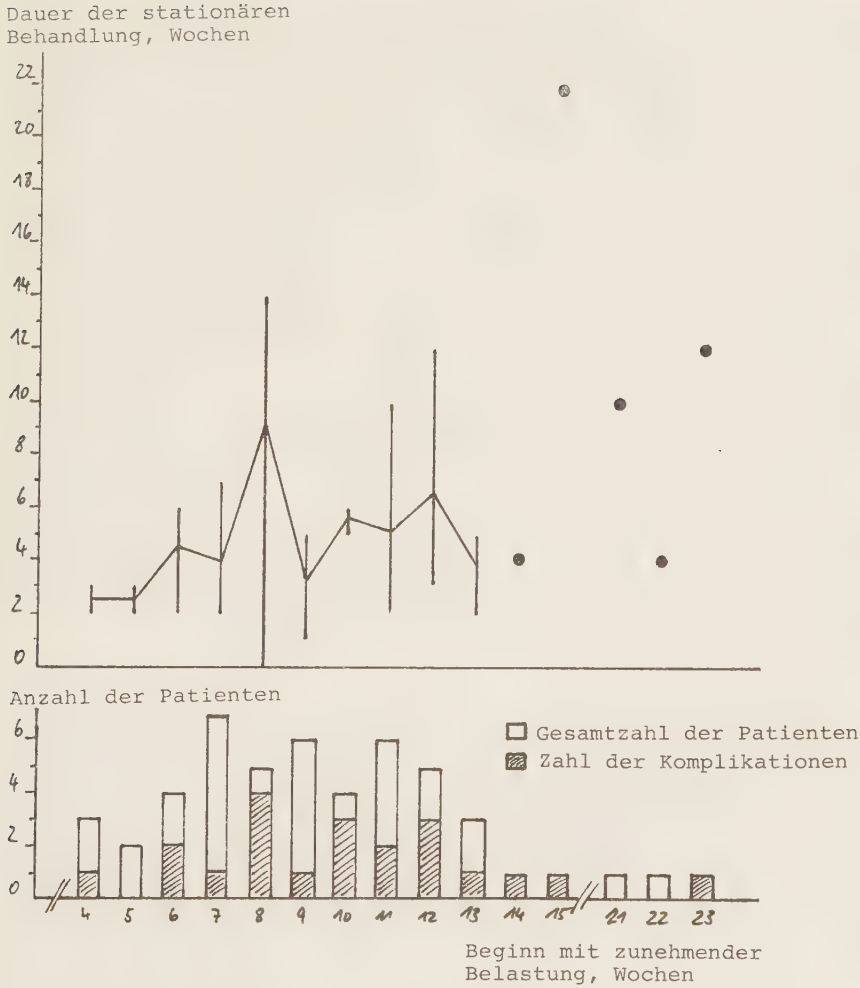

Abb. 14: Zusammenhang zwischen Beginn der zunehmenden Belastung und Dauer des stationären Aufenthaltes. Anzahl der Komplikationen mit aufgeführt.

Mit aufgeführt wurden in der Abb. 14 die Anzahl der jeweiligen Patienten und der Anteil der Patienten mit Komplikationen, weil Probleme im Heilverlauf die Zeitdauer oft extrem verlängern. Auch sind die jeweiligen Minimal- und Maximalwerte angegeben, um die Streuung und die Tendenz der Durchschnittswerte andeuten.

Es zeigt sich, daß die Zahl der Komplikationen die durchschnittliche Aufenthaltsdauer erheblich beeinflußt, daß aber auch die Patienten umso später mit der zunehmenden Belastung beginnen, je länger sie vorher im Krankenhaus waren.

Festzuhalten als Ergebnis ist, daß ein früher Beginn mit teilbelastenden Übungen die stationäre Behandlung nicht verlängert und auch bei Patienten mit unterschiedlich langem Krankenhausaufenthalt mit etwa gleichem Erfolg möglich ist. Die Komplikationen hängen nicht vom Beginn der Teilbelastung ab.

Nun tendiert der Klinikarzt dazu, Patienten, deren Heilerfolg nicht gesichert erscheint, und Patienten mit mangelnder Mitarbeit oder fehlender Eigeninitiative längere Zeit unter direkter ärztlicher Aufsicht zu behalten als andere. Deswegen wird im nächsten Abschnitt die Behandlungsdauer und die jeweiligen krankengymnastischen Übungszeiten verglichen.

2. Behandlungsdauer

Durchschnittlich dauerte die Behandlung der 59 Patienten 23,1 Wochen, dabei brauchten männliche Patienten mit 24,3 Wochen etwa einen Monat länger als weibliche mit 20,0 Wochen. Die Extreme liegen zwischen einer Woche für eine dann verstorbene Patientin und 117 Wochen. Hier lag eine zusätzliche Femurtrümmerfraktur vor, die die Behandlungsdauer erheblich beeinflußt haben dürfte. Diese Werte wurden in Tab. 18 nicht berücksichtigt.

Patientengut	Patienten-zahl	Min. (Wochen)	Max. (Wochen)	Ø Wochen
Gesamt	56	9	53	22,2
Kons. Behandlung	5	9	38	19,6
Markraumnagelung	4	12	37	19,3
Plattenosteosynthese	47	9	53	22,2

Tab. 18: Dauer der Behandlung

Traten während der Behandlungsdauer Komplikationen auf, dauerte diese Behandlungszeit mit 25,3 Wochen etwa einen Monat länger als bei komplikationslosem Verlauf mit durchschnittlich 21,3 Wochen. Hier zeigt sich der Unterschied nicht so deutlich wie beim stationären Aufenthalt, da ja bei ambulanten Patienten entweder eine normale Verlaufskontrolle durchgeführt wurde oder eine ambulante Behandlung.

Vergleicht man, wie vorher, Frakturart und Behandlungsdauer, ergibt sich folgende Tabelle:

Querfraktur	23,1 Wochen
Spiralfraktur	16,7 Wochen
Trümmerfraktur	27,3 Wochen
offene Fraktur	25,9 Wochen
geschlossene Fraktur	21,8 Wochen
Gesamtwerte	23,1 Wochen

Tab. 19: durchschnittliche Behandlungszeit in Wochen

Die frakturtypische Verweildauer im Krankenhaus korreliert mit der frakturtypischen Dauer der Behandlung und Nachsorge. Die Werte für die Spiralfraktur liegen am günstigsten, die Zeiten der Querfrakturen entsprechen dem Durchschnitt, und am längsten brauchen die offene und die Trümmerfraktur.

Abb. 15 gibt den Vergleich der Behandlungszeit mit dem Beginn der teilbelastenden Übungen wieder.

Abb. 15: Zusammenhang zwischen Beginn der zunehmenden Belastung und Dauer der Behandlung.
Zahl der Komplikationen mit aufgeführt.

Diese Abbildung zeigt noch deutlicher als der Vergleich mit der stationären Aufenthaltsdauer, daß die Behandlungsdauer von der Zahl der Komplikationen beeinflußt wird. Ein später Übungsbeginn verlängert meist die Dauer der Behandlung, während ein

frühzeitiger Beginn sich positiv für eine schnelle Mobilisierung und Motivation des Patienten auswirkt. Obwohl bei Problemen im Heilverlauf der Arzt eher zu einem späteren Übungsbeginn tendiert, ergeben sich doch aus den Daten für die Dauer der Behandlung eine eindeutig positive Beeinflussung durch möglichst frühzeitigen Übungsbeginn.

Da die Komplikationen die Skizze recht unübersichtlich machen, wurden stationärer Aufenthalt und Behandlungsdauer vor und nach Abzug der Daten der Patienten mit Komplikationen nochmals übereinander aufgeführt:

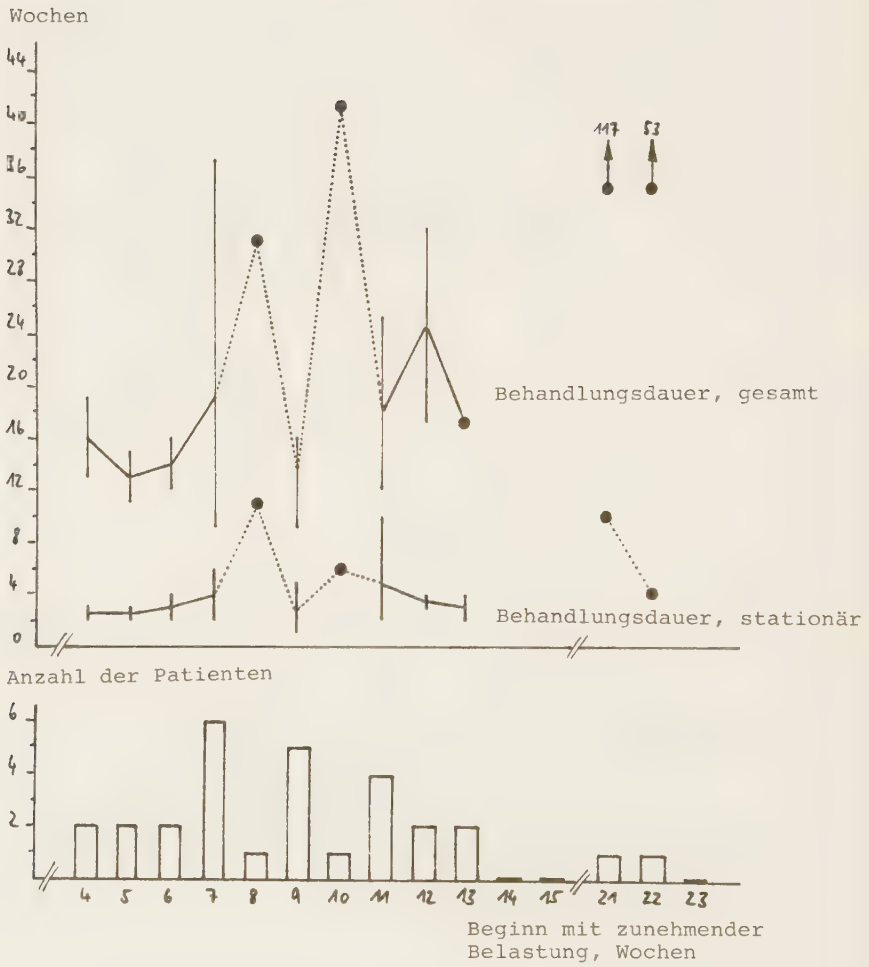

Abb. 16: Zusammenhang zwischen Beginn zunehmende Belastung und stat. bzw. gesamter Behandlungsdauer bei Patienten ohne Komplikationen während des Heilverlaufs

Vergleicht man die Dauer des stationären Aufenthaltes bzw. die Gesamtbehandlungsdauer bei problemloser Knochenbruchheilung mit dem Beginn der krankengymnastischen Übungen bei zunehmender Belastung, so weichen die Werte jeweils nur wenig voneinander ab. Die Zeitwerte werden umso länger, je später mit zunehmender Belastung begonnen wurde.

Um den subjektiven Erfolg darzustellen, wurden ähnliche Vergleiche der Arbeitsunfähigkeitszeiten mit Art und Versorgung der Fraktur aufgestellt.

3. Arbeitsunfähigkeit

Nicht alle Patienten, die verunfallten, standen in einem Arbeitsverhältnis oder benötigten Bescheinigungen z.B. für die Schule. Lediglich bei 42 Patienten lagen entsprechende Unterlagen vor, aus denen die Durchschnittswerte errechnet wurden:

Patientengut	Patienten-zahl	Min. (Wochen)	Max. (wochen)	Ø Wochen
Gesamt	42	6	53	21,7
Frauen	12	6	33	16,8
Männer	30	11	53	23,4
kons. Behandlung	2	26	33	29,5
Markraumnagelung	3	13	19	16,7
Plattenosteosynthese	37	6	53	21,8

Tab. 20: Dauer der Arbeitsunfähigkeit

Kam es während des Heilverlaufs zu Komplikationen, waren die Patienten mit 26,7 Wochen etwa einen Monat länger arbeitsunfähig als die Patienten mit problemlosem Heilverlauf mit 22,2 Wochen. Waren in Einzelfällen die Patienten eher arbeitsfähig, als die Nachbehandlung abgeschlossen war, so liegen doch die Durchschnittswerte hier über denen für die Behandlungszeiten aller Patienten.

Verteilt auf die einzelnen Frakturarten, sehen die Werte für die AU-Zeiten wie folgt aus:

Querfraktur	20,5 Wochen
Spiralfraktur	16,0 Wochen
Trümmerfraktur	31,9 Wochen
offene Fraktur	25,8 Wochen
geschlossene Fraktur	22,5 Wochen
Gesamtwerte	23,9 Wochen

Tab. 21: durchschnittliche Dauer der Arbeitsunfähigkeit

Vergleicht man diese Werte mit denen für die Dauer der Behandlungen, so zeigt sich für eine Querfraktur auch im Vergleich zu dem Durchschnitt eine relativ kurze Zeit der AU. Am kürzesten ist sie aber, wie auch schon vorher, für die Spiralfraktur.

Ein Patient mit Trümmerfraktur brauchte durchschnittlich am längsten bis zur Wiedereingliederung in den Arbeitsprozeß, schon die Dauer der gesamten Behandlung war hier am längsten. Ein Patient mit offener Fraktur blieb durchschnittlich am längsten stationär. Arbeitsfähig war dieser Patient durchschnittlich zwei Wochen später als die anderen Patienten. Vergleicht man Patienten mit offenen und geschlossenen Frakturen, so ist die Dauer der Arbeitsunfähigkeit fast gleich. Die Dauer des stationären Aufenthaltes und die Dauer der gesamten Behandlung war bei den Patienten mit offener Fraktur länger als bei Patienten mit geschlossener Verletzung. Auch hier wieder ein Vergleich der Dauer der Arbeitsunfähigkeit mit dem Beginn zunehmender Belastungsübungen.

In dieser Abbildung sind nur 39 Patienten mit Plattenosteosynthese aufgeführt, zwei Fälle mit konservativer Therapie und ein Patient mit Markraumnagelung wurden nicht berücksichtigt.

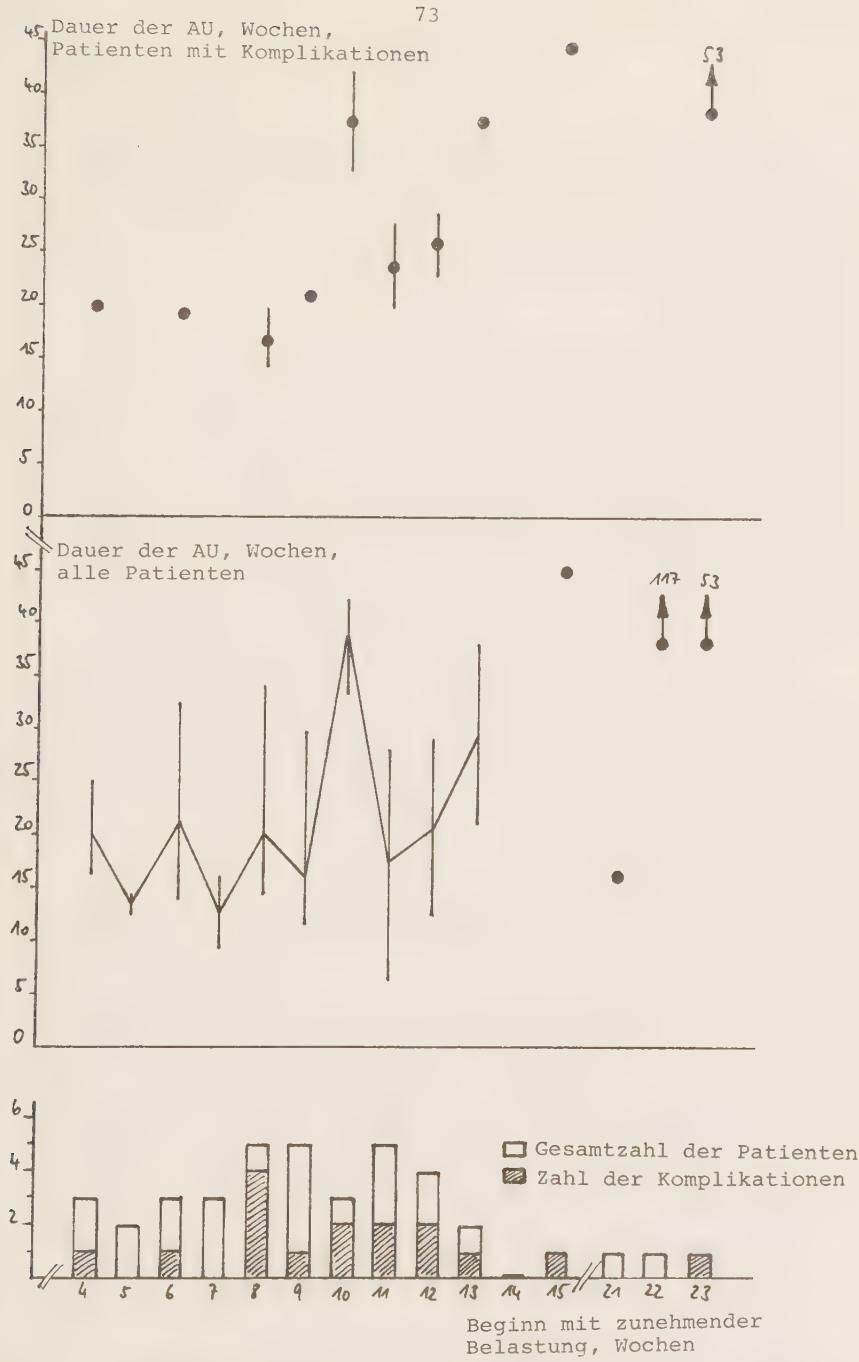

Abb. 17: Zusammenhang zwischen Beginn der zunehmenden Belastung und Dauer der AU, bei allen Pat. bzw. bei Pat. mit Komplikationen (Einzelwerte und Schwankungsbreiten)

Ein frühzeitiger Beginn mit zunehmender Belastung verkürzt oft die Dauer der Arbeitsunfähigkeit. Allerdings liegt der Wert für die Patienten, die schon in der 4. Woche mit zunehmender Belastung begannen, bedeutend höher als die Zeitwerte für die folgenden Gruppen.

4. Zusammenfassung

Verglichen wurden, jeweils in Abhängigkeit vom Beginn mit zunehmender Belastung, die Zeitdauer des stationären Aufenthaltes, die der Behandlung und die der Arbeitsunfähigkeit. Zusätzlich wurde erarbeitet, daß die Männer erheblich länger sich in Behandlung befanden als die weiblichen Patienten. Diese Frauen waren meist im Haushalt tätig und somit in der Lage, entsprechend ihren Fähigkeiten sukzessive mehr Arbeiten zu erledigen, auch wenn die volle Arbeitsfähigkeit noch nicht wiederhergestellt war.

Die Zeitwerte für die jeweilige Versorgungsart bestätigen die allgemeinen Erfahrungen. Komplikationen verlängerten alle drei untersuchten Beurteilungsmaßstäbe. Abhängig von der Art der Fraktur, zeigte sich die schnellste Heilungstendenz bei der spiralförmigen Fraktur, während Patienten mit offenen Frakturen am längsten stationär lagen. Patienten mit Trümmerfrakturen bedurften am längsten der Nachbehandlung.

Ein früher Beginn mit zunehmender Belastung beeinflußt die Dauer des stationären Aufenthaltes nur unwesentlich. Die Dauer der Nachbehandlung verkürzte sich bei möglichst frühzeitigem Übungsbeginn, und die Patienten konnten eher wieder ihrer Arbeit nachgehen. Obwohl eine kurze Nachbehandlungszeit eine korrekte osteosynthetische Versorgung voraussetzt, zeigt sich aus den Daten unseres Patientenguts trotzdem ein günstiger Einfluß früher Übungstherapie auf die Dauer der gesamten Behandlungszeit.

Eine Übersicht über alle drei Beurteilungsmaßstäbe gibt Abbildung 18:

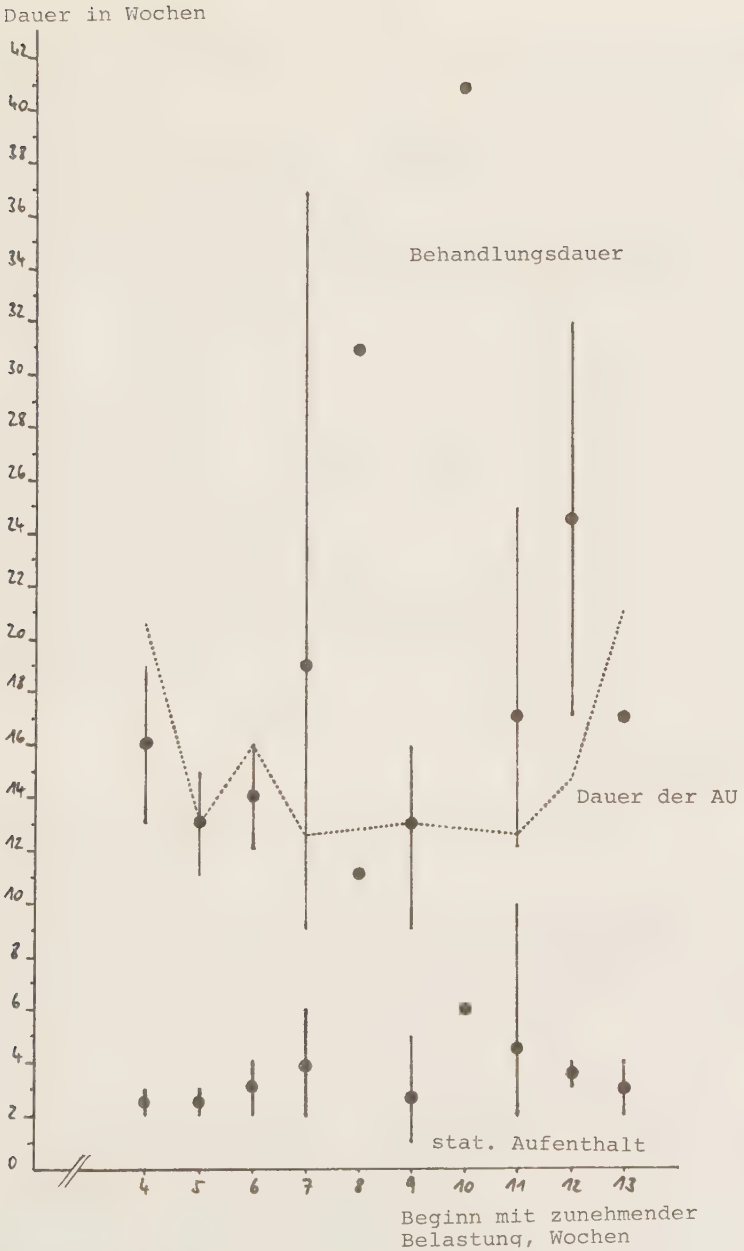

Abb. 18: Darstellung der Durchschnittswerte und der Streuung für stationären Aufenthalt, Behandlungsdauer und Dauer der Arbeitsunfähigkeit

VII. Heilerfolge

1. Allgemein

Nach der Therapie und zum Teil auch schon während der Nachbehandlung wurde der Zustand des verletzten Beines untersucht und die Patienten befragt, wieweit sie durch ihre Verletzung beeinträchtigt würden. Bewertet wurden orthopädische Hilfsmittel, objektive Befunde und subjektive Beschwerden.

2. Orthopädische Hilfsmittel

Bei keinem der Patienten mußte eine dauernde Absatzerhöhung angeraten werden. 13 Patienten (22 %) trugen vom Beginn der Teilbelastung bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes Einlagen, davon sechs in beiden Schuhen. Bei 17 Patienten (29 %) wurde eine elastische Wickelung des verletzten Unterschenkels oder das Tragen von Stützstrümpfen zumindest für ein halbes Jahr nach der Operation angeraten. Sechs Patienten mußten sowohl Einlagen als auch Stützstrümpfe tragen. Eine Gehhilfe benötigte keiner der Patienten. Bei einem Patienten wurde eine Ablatio femoris durchgeführt, die prothetisch versorgt wurde.

3. Objektive Befunde

Vor der Entlassung aus ambulanter Behandlung wurde das verletzte Bein auf Umfang, Krampfadern, Hautverfärbungen und Bewegungsumfang untersucht und die Patienten nach Schwellungsneigung und Empfindungsstörungen befragt.

Bei 20 Patienten traten keine Schwellungen mehr auf (36 %), 37 (64 %) klagten über gelegentliches Anschwellen des Unterschenkels, zumeist im Tagesverlauf zunehmend. Eine ständige Schwellung lag in keinem Fall vor.

Bei Messung des Beinumfanges wurde eine Umfangsdifferenz bis zu einem halben Zentimeter mehr oder weniger als physiologische Schwankungsbreite nicht berücksichtigt. Bei 19 Patienten (34 %) war der Beinumfang gleich, bei 12 Patienten (22 %) war das operierte Bein dünner als Ausdruck der Inaktivitätsatrophie aufgrund der Schonung. 25 Patienten (44 %) zeigten einen posttrau-

matisch verdickten Unterschenkel durch gestörte Durchblutungsverhältnisse bzw. Stauungen.

Krampfadern traten nach der Operation sehr selten auf, nur in drei Fällen hatten sie sich neu gebildet. Bei fünf Patienten waren schon vor dem Unfall Varizen bekannt, die sich in nur einem Fall posttraumatisch verstärkten.

26 Patienten (45 %) hatten nach der Operation keine Empfindungsstörungen am verletzten Bein, ebensoviele klagten über Taubheitsgefühl in einem mehr oder weniger großen Areal. Sechs Patienten (10 %) bemängelten ein Kribbeln am Unterschenkel. Dies wurde von den meisten Patienten als störender angegeben als die Hypästhesien.

In acht Fällen (14 %) klagten die Patienten über livide Hautverfärbungen. In allen Fällen gingen diese Veränderungen im Laufe der Behandlung zurück. Bei 16 Patienten (28 %) war die Beugung im Kniegelenk eingeschränkt, bei zwölf auch die Streckung. Häufiger waren Bewegungseinschränkungen im Sprunggelenk: 26 Patienten (46 %) klagten über eingeschränkte Plantarflexion, aus dieser Gruppe waren bei 19 (33 %) auch die Dorsalextension eingeschränkt. Bei 16 Patienten (28 %) war zusätzlich eine Einschränkung der Innen- und Außenrotation festzustellen. Lediglich bei einem Patienten war durch Verknöcherung der Syndesmose nur die Rotation eingeschränkt und nicht Beugung und Streckung. Bei vier Patienten mußten für die Einschränkungen andere als die Verletzungen am Unterschenkel angesehen werden.

Die genannten Beschwerden wurden von den Patienten je nach Temperament und individueller Schmerzschwelle unterschiedlich stark bewertet. Besonders wenig störend wurde ein unterschiedlicher Beinumfang bewertet, und auch die Empfindungsstörungen wurden als unabänderlich und nicht besonders störend abgetan.

Ebensowenig beeindruckt zeigten sich die Patienten von den Krampfadern, die auch teils als familiäres Leiden keine neue Krankheit darstellten. Anzumerken ist, daß diese Patienten Männer zwischen 42 und 70 Jahre waren und die Varizen auch als Alterserscheinung ansahen. Subjektiv fühlten sich die Patienten sehr von den Hautverfärbungen beeinträchtigt, deren Rückläufigkeit sie genau beobachteten. Die Schwellungsneigung wurde recht unter-

schiedlich beklagt, und auch die Bewegungseinschränkungen störten die Patienten verschieden stark.

4. Objektive und subjektive Bewertung

Zwei der 59 Patienten wurden nicht berücksichtigt: eine Patientin, weil sie verstarb, und ein Patient mit Unterschenkelamputation. Die restlichen 57 Patienten wurden nach ihrer Bewertung in einer Skala mit "sehr gut", "gut", "zufrieden" und "schlecht" eingeordnet. Gleichzeitig wurde durch den behandelnden Arzt nach den vorliegenden Befunden und der objektiven Beeinträchtigung des Patienten ebenfalls eine Einteilung nach demselben Bewertungsschema vorgenommen. Die Werte differieren, aber nie um mehr als eine Skalenbreite, nach oben und nach unten, wie die unten aufgeführte Tabelle zeigt:

	Patienten	Arzt	Arzt besser	Arzt schlechter
sehr gut	10	7	entf.	3
gut	23	31	0	1
zufrieden	16	15	6	1
schlecht	8	4	4	entf.

Tab. 22: Objektive und subjektive Beurteilung

In 15 Fällen (26 %) stimmten der behandelnde Arzt und der Patient nicht in ihrer Beurteilung überein. Häufiger beurteilen Patienten den Heilungserfolg schlechter als der Arzt. Zu berücksichtigen sind dabei das persönliche Schmerzempfinden und die individuell unterschiedliche Beeinträchtigung in Beruf und Privatleben, auch die auf Grund der Erkrankung unterschiedlich möglichen sekundären emotionellen oder finanziellen Gewinne und die oft permanente Unzufriedenheit einiger weniger Patienten.

Bei der Beurteilung dieser 57 Patienten muß man außerdem noch den relativ kurzen Abstand zu Unfall und Operation bzw. konservativer Therapie berücksichtigen. Viele der kosmetisch oder funktionell störenden Beschwerden bessern sich mit der Zeit durch

weitere Umbauprozesse des Körpers oder durch Gewöhnung.

Als weiteres Kriterium des Heilerfolges wurden die Stellung der Fragmente zueinander und der Grad der Durchbauung (in Relation zur vergangenen Zeit) aufgeführt:

Die Stellung der Fragmente war
bei 8 Patienten anatomisch optimal
bei 40 Patienten nahezu anatomisch, also gut
bei 8 Patienten nicht anatomisch, aber befriedigend
bei 1 Patienten nicht anatomisch, damit schlecht.

Dieser Patient hatte durch eigenes Fehlverhalten einen Plattenbruch und nach Abschluß der folgenden Gipsbehandlung einen erneuten Bruch des Unterschenkels erlitten.

Die Durchbauung des Frakturspaltes wurde wie folgt beurteilt:

Bei 3 Patienten sehr gut
bei 51 Patienten zeitgerecht
bei 3 Patienten befriedigend.

Das Ergebnis zeigt bei durchschnittlich gutem Heilerfolg, daß man den operativen Osteosyntheseverfahren bei Unterschenkelschaftfrakturen nicht unkritisch gegenüberstehen sollte.

VIII. Diskussion

An der Tibia ist die Indikationsstellung zum operativen Osteosyntheseverfahren umstritten. Die kunstgerechte konservative Therapie läßt bei geeigneten Bruchformen gute Behandlungsergebnisse erwarten. Querbrüche und kurze Schrägbrüche im mittleren Drittel zeigen nach Markraumnagelung eine frühzeitige Belastungsstabilität. Lange Schrägbrüche, Stückbrüche und Frakturen des distalen Tibiadrittels werden am besten mit Plattenosteosynthese stabilisiert, ebenso offene Brüche aller Schweregrade. Bei offenen Brüchen ist nach Markraumnagelung eine hohe Komplikationsrate von Markraumphlegmonen festgestellt worden. In unserem Patientengut kam es in zwei derartigen Fällen zur komplikationslosen Ausheilung. Besonders am Unterschenkel beweist der Fixateur externe (in unserem Patientengut bis 1978 nur einmal angewendet) für offene Frakturen seine Leistungsfähigkeit. Bei primärer Stabilisierung der Fraktur wird nach Sanierung der Weichteile häufig eine Plattenosteosynthese als Zweitoperation angeschlossen (33, 67).

Eine zwingende Indikation zur Osteosynthese besteht bei Begleitverletzungen der Nerven und Gefäße, am Unterschenkel seltener der Fall, und bei Polytraumatisierten (31). In unserem Patientengut wurde in einem Fall eine Plattenosteosynthese bei Fraktur im mittleren Tibiaschaftdrittel gewählt anstelle einer Markraumnagelung, weil der Patient zusätzlich eine Fraktur des gleichseitigen Oberschenkels aufwies.

Das Patientengut korrelierte in der Verteilung nach Alter und Geschlecht, Frakturursache, Art und Lokalisation mit den Statistiken anderer Autoren (25, 64).

Als therapeutische Versorgung wurde in unserem Patientengut meistens eine Plattenosteosynthese gewählt, im Gegensatz zu anderen Autoren:

	Lechner	Weigert	Kuner
Patientengut	59	115	477
Konservativ	5 (8 %)	48 (42 %)	185 (39 %)
Platten, Schraube	50 (85 %)	33 (29 %)	195 (41 %)
Markraumnagelung	4 (7 %)	34 (30 %)	89 (19 %)

Als Komplikationen traten auf:

1. Infektionen

In drei Fällen oberflächliche Wundheilungsstörungen, in drei anderen, einmal nach Markraumnagelung und zweimal nach Plattenosteosynthese, eine bis auf das Implantat reichende Fistel. Das entspricht 5 % der Patienten. Im Vergleich andere Statistiken: Hier liegen die Zahlen zwischen 1,7 und 11,8 % (25, 64, 68).

2. Störungen der Knochenbruchheilung

In vier Fällen kam es zu verzögerter Knochenbruchheilung, ohne daß eine zweite Operation vorgenommen werden mußte. In fünf anderen Fällen ließ sich eine endgültige Stabilisierung der Fraktur erst nach Reoperation erreichen. Dies entspricht 8 % der Patienten. In anderen Statistiken liegen die Zahlwerte für derartige Komplikationen zwischen 2,6 und 3,3 % (25, 68).

In zwei der fünf Fälle behinderte eine Infektion die Knochenbruchheilung, in zwei anderen lag nach der Operation eine ungenügende Kompression der Fragmente vor. Im fünften Fall verhielt der Patient sich falsch: es wurde ihm wiederholte Überlastung des operierten Beines nachgewiesen.

3. Störungen mit Veränderungen im Implantat

Bei zwei Patienten kam es nach Plattenosteosynthese zu Verbiegungen des Implantats, das in einem Fall entfernt werden mußte. In vier anderen Fällen brach das Implantat nach Überlastung durch Stürze. Die relativ hohe Häufigkeit von 10 % liegt wohl im Fehlverhalten der Patienten begründet. Mitursache sind aber in 2 von 6 Fällen auch Fehler im operativen Verfahren, wie mangelhafte Kompression der Fragmente.

Läßt man die durch Stürze hervorgerufenen Implantatfrakturen außer Acht, ergibt sich eine Häufigkeit von 2 %. Dieser Wert korreliert mit den Ergebnissen anderer Autoren von 1,63 % bzw. 4 % (32, 59).

Nach den Grundregeln der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen soll nach Sicherstellung der Wundheilung, also am

4. bis 5. postoperativen Tag, für Frakturen der unteren Extremität die Gehschulung beginnen. Voraussetzung ist eine sachgerecht durchgeführte Osteosynthese, die von Anfang an eine Teilbelastung erlaubt. Ziel ist ein Abrollen des Fußes mit einer Belastung von etwa 10 bis 20 kg.

In unserem Patientengut wurde mit Teilbelastung meist erst später begonnen. Zum einen erfordert die dosierte Belastung eine disziplinierte Mitarbeit des Patienten, die oftmals nicht gewährleistet schien. Zum anderen zögerte man bei nicht optimaler Kompression oder röntgenologisch nur langsam fortschreitender Durchbauung des Frakturspaltes, um eine Überlastung im Fraktur-Implantatbereich zu vermeiden. In anderen Fällen erzwangen andere Verletzungen oder auch Infektionen im operierten Gebiet eine Ruhigstellung. Dadurch verzichtete man auf den physiologischen Reiz zur Knochenneubildung in dieser Zeit.

Wie in der Arbeit gezeigt, fördert ein früher Beginn mit krankengymnastischen Übungen die Knochenbruchheilung ebenso wie Motivation, Selbständigkeit und Unabhängigkeit des Patienten von fremder Hilfe. Durch richtige Indikationsstellung, sorgfältige Operationstechnik und intensive Nachbehandlung können operative Osteosyntheseverfahren an der Tibia im Rahmen ihrer Möglichkeiten wertvolle Hilfsmittel in der Therapie von Frakturen sein.

Vor jeder Osteosynthese muß geklärt werden, inwieweit der Patient gewillt oder in der Lage ist, der herabgesetzten Belastbarkeit des Unterschenkels Rechnung zu tragen. Nur bei Einsicht, Mitarbeit und Diszipliniertheit des Patienten können Übungsbehandlung und dosierte Belastung realisiert und Materialbrüche vermieden werden.

D. Zusammenfassung

Untersucht wurden 59 Patienten der chirurgischen Poliklinik München mit Tibiaschaftfrakturen im Zeitraum Januar 1975 bis Juli 1978. Die Behandlung erfolgte konservativ mit Gipsverband, oder operativ mit Markraumnagelung, mit Schrauben und mit Plattenosteosynthese. Abhängig von Frakturart und Versorgung wurden die Zeiten bis zu den verschiedenen krankengymnastischen Übungen mit Fersenkontakt, zunehmender Belastung und Vollbelastung untereinander verglichen. Ebenso wurde der Einfluß von frühzeitigem Übungsbeginn auf die Dauer des stationären Aufenthaltes, der Behandlung und der Arbeitsunfähikgkeit untersucht, in Vergleich zu späteren Beginn mit der Krankengymnastik. Traten Komplikationen während des Heilverlaufs auf, wurden diese gesondert betrachtet.

Eine ordnungsgemäße Osteosynthese vorausgesetzt, ergab sich folgendes Ergebnis: Im Interesse einer schnellen Heilung ist aus psychologischen, wirtschaftlichen und individuellen Gründen ein möglichst frühzeitiger Beginn mit zunehmender Belastung anzustreben. In dem untersuchten Patientengut wirkte sich ein frühzeitiger Beginn mit den Bewegungsübungen allgemein verkürzend auf die Heildauer aus. Im Normalfall verringert sich dabei die Komplikationsrate, da eine frühzeitige dosierte Belastung die Konsolidierung im Frakturbereich fördert und damit einer Plattenfraktur vorbeugt. Bei unzureichender Durchbauung des Frakturspaltes sollte vorsichtig belastet werden, eine völlige Entlastung z.B. durch einen zusätzlichen Gipsverband bei Plattenosteosynthese sollte vermieden werden, da dann der physiologische Reiz zur Knocheneubildung zu gering ist.

Der Arzt tendiert bei Problemen im Heilverlauf eher zu einem späteren Beginn mit krankengymnastischen Belastungsübungen. Trotz einer sich daraus ergebenen Folgerung, daß ein Heilverlauf mit Komplikationen spätere Übungszeiten bedingt, zeigte sich aus den Daten des untersuchten Patientengutes ein günstiger Einfluß früher Übungstherapie auf die Dauer der gesamten Behandlungszeit.

Einer operativen Osteosynthese bei Tibiaschaftfrakturen sollte man nicht unkritisch gegenüberstehen. So wird eine optimale

konservative Versorgung z.B. bei Kindern oder bei Patienten mit nicht dislozierten Fragmenten bessere oder gleich gute Ergebnisse zeigen, wobei das Risiko einer Operation und eine mögliche Kontamination der künstlich geschaffenen Wunde vermieden ist. Vergleicht man die Heilungstendenz bei operativer und konservativer Frakturversorgung, so sind die Zeiten der Behandlung und der Arbeitsunfähigkeit bei beiden Therapieformen etwa gleich lang. Die Komplikationsrate ist bei operativer Versorgung bedeutend höher. Besonders in Situationen, die eine Gefährdung der Wundheilung erwarten lassen, wie z.B. bei schlechter Durchblutung des Frakturgebietes oder bei schlechtem Allgemeinzustand, sollte eine konservative Frakturtherapie vermehrt angewendet werden. Bei offenen Frakturen, die operativ auch im Sinne einer primären Wundversorgung, therapiert wurden, liegen gute Ergebnisse vor, hier ist die operative Versorgung als absolute Indikation anzusehen. Vor jeder Osteosynthese muß geklärt werden, inwieweit der Patient gewillt oder in der Lage ist, der herabgesetzten Belastbarkeit des Unterschenkels Rechnung zu tragen. Nur bei Einsicht, Mitarbeit und Disziplliniertheit des Patienten können Übungsbehandlung und dosierte Belastung realisiert und Materialbrüche vermieden werden.

E. Literatur

1. ARENS, W.:
Die operative Behandlung der Falschgelenkbildung der langen Röhrenknochen bei gleichzeitig bestehender fistelnder, chronisch eitriger Osteomyelitis
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York 1970

2. ASCHE, G.:
Spülsaugdrainage der Gentamycin-PMMA-Kugeln in der Therapie infizierter Osteosynthesen
Unfallheilkunde 81, 463, 1978

3. BEDACHT, R.:
Kollagenanwendung bei posttraumatischer, chronisch rezidivierender Osteomyelitis
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York 1970

4. BURRI, C., HELL, K., RUEDI, Th., ALLGÖWER, M.:
Primäre und sekundäre Sanierung osteitischer Herde mit autoplastischer Spongiosa
in: HIERHOLZER, G, REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York 1970

5. ČECH, O.:
Offene Fraktur: Verzögerte Knochenbruchheilung - Pseudarthrose
Therapie Woche 20,1322, 1970

6. COMPERE, E.L., BANKS, S.W., COMPERE, C.L.:
Frakturenbehandlung
Thieme, Stuttgart, 1966

7. CONTZEN, H.:
Abakterielle Osteitis durch Metallose
in HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1970

8. DEBRUNNER, A., ČECH, O.:
Behandlung der infizierten Osteosynthesen und Pseudarthrosen mit Hilfe der externen Fixation
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1970

9. ECKE, H.:
Behandlungsverfahren bei der chronischen posttraumatischen Osteomyelitis
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1970

10. ELLENBERGER, S., FENEIS, J.:
Die Versorgung der Tibiaspiralfraktur im Kindes- und Jugendalter durch Zugschraubenosteosynthese
chir. praxis 17, 107, 1973

11. ELMENDORF, H. Frhr. von, SIMMERT, H., HUPFAUER, W.:
Über Brüche von metallischen Implantaten
Arch. orthop. Unfall-Chir. 67, 141 - 154, 1969

12. FLACH, K.:
Erscheinungsform der posttraumatischen Osteomyelitis im Röntgenbild
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1970

13. FRAUSCHER, H.:
Pseudarthrosenbehandlung mit Phemisterspänen
chir. praxis 23, 457, 1977

14. GÖRDES, W., JÄGER, M.:
Die Problematik bei und nach Plattenfixation langer Röhrenknochen im Experiment und in tierexperimentellen Untersuchungen
Unfallheilkunde 129, 41, 1977

15. GOTZEN, L., HAAS, N., HÜTTER, J., KÖLLER, W.:
Die Bedeutung der Fibula für die Stabilität der Plattenosteosynthese an der Tibia
Unfallheilkunde 81, 409 - 416, 1978

16. HEIPERTZ, W.:
Überbrückung von Knochendefekten
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1970

17. HIEBLER, W., TSCHERNE, H.:
Die Behandlung infizierter Marknagelungen und Pseudarthrosen der Tibia
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1970

18. HIERHOLER, G.:
Indikation und Methodik der Spalthautverpflanzung nach knöcherner Ausmuldung
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1970

19. HIERHOLZER, G., LINZENMEIER, G., KNOTHE, H.:
Voraussetzungen für die antibiotische Therapie der posttraumatischen Osteomyelitis
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1970

20. HOLZ, U., SCHULZ, H.:
Die Behandlung nach der Osteosynthese
Therapie Woche 27, 2574, 1977

21. IMMENKAMP, M., SCHRAMM, W.:
Knöcherne Brückenbildung mit einem speziellen Verfahren nach abgeklungener Knochenentzündung
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1970

22. JAMES, A.E., MONTALI, R.J., NOVAK, G.R., BUSH, M.:
The use of Xeroradiographic Imaging to Evaluate Fracture Repair in Avian Species
Skeletal Radiol 2, 161, 1978

23. KAPRAL, W.:
Markdrahtung der Unterschenkelbrüche
chir. praxis 19, 673, 1975

24. KNAPP, U.:
Ergebnisse von 1.500 Marknagelungen an Femur und Tibia
Unfallheilkunde 129, 118, 1977

25. KÖNN , G., POSTBERG, B.:
Zur Abgrenzung der posttraumatischen Osteomyelitis gegenüber anderen Knocheninfektionen vom Standpunkt des Pathologen
in: HIERHOLZER, G., REHN,J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1977

26. KÜHR, J.:
Die infizierte Fraktur
Therapie Woche 27, 3096, 1977

27. KÜNTSCHER, G.:
Praxis der Marknagelung
Schattauer, Stuttgart, 1962

28. KUNER, E.H., TERBRÜGGEN, D., BAUMANN, U.:
447 operativ und konservativ behandelte geschlossene und offene Unterschenkelfrakturen und deren Ergebnisse
Unfallheilkunde 129, 121, 1977

29. LINDEN, W. van der, LARSSON, K.:
Plate Fixation versus Conservativ Treatment of Tibial Shaft Fractures
The Journal of Bone and Joint Surgery, 61, 873 - 878, 1979

30. LINZENMEIER, G.:
Bakteriologische Probleme der posttraumatischen Osteomyelitis

in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1977

31. MARTI, R.:
Unterschenkelfrakturen
Hefte zur Unfallheilkunde 129, 1977
Springer Verlag Berlin - Heidelberg - New York

32. MEYER, W., RAUTENBERG, H.:
Können in der operativen Frakturbehandlung Metallbrüche durch Verwendung von Platten mit lochfreiem Mittelteil verhindert werden?
chir. praxis, 22, 659, 1977

33. MITTELMEIER, H.:
Zur Entstehung und Bedeutung der exogenen Osteomyelitis
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1977

34. MÜLLER, M.E., ALLGÖWER, M., SCHNEIDER, R., WILLENEGGER, H.:
Manual der Osteosynthese, AO-Technik
Springer, Berlin - Heidelberg - New York, 1977

35. MÜLLER, J., ROTH, B., SKUTELLA, E.:
Aspekte zur rationellen Anwendung von Implantaten bei Plattenosteosynthesen
Unfallheilkunde 129, 46, 1977

36. OEST, O.:
Praktische Anwendung der Verschraubung bei Frakturen und Osteotomien
Z. Orthop. 110, 904 - 908, 1972

37. PERREN, S.M., CORDEY, J., ENZLER, M., MATTER, P., RAHN, B.A., SCHLÄPFER, F.:
Die Mechanik der Plattenstellschraube
Unfallheilkunde 81, 211 - 218, 1978

38. PLANE, R.:
Über die Beziehungen zwischen Ursachen und Morphologie der exogenen Osteomyelitis

in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1977

39. POPKIROV, St.:
Indikationsstellung der osteoplastischen Behandlung bei der eitrigen Frakturostitis
in: HIERHOLZER,G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1977

40. REHN, J.:
Indikation zur operativen und konservativen Frakturbehandlung
Archiv für orthopädische und Unfall-Chirurgie 76, 14 - 18, 1973

41. REHN, J.:
Markphlegmonen nach Marknagelungen
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1977

42. REHN, J.:
Pseudarthrosen nach operativer Knochenbruchbehandlung
Unfallheilkunde 75, 203 - 212, 1972

43. REHN, J., HIERHOLZER, G.:
Zeitpunkt der Entfernung von Osteosynthesematerial
Der Chirurg, 42, 257 - 260, 1971

44. REICHMANN, W., LARENA, A.:
Die offene Extremitätenfraktur bei schweren Kombinationstrauma
Therapie Woche 20, 1318, 1970

45. RÖSENER, H.J.:
Zur finanziellen Belastung des Unfallversicherungsträgers durch posttraumatische Osteomyelitiden
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1977

46. ROSSAK, K.:
Hautplastische Operationen bei der Behandlung der exogenen Osteomyelitis
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1977

47. RUEDI, Th., ALLGÖWER, M.:
Die Frakturheilung nach Osteosynthese im Röntgenbild
Helv. chir. Acta, 41, 213, 1974

48. SCHAUWECKER, F., WELLER, S.:
Ursachen der knöchernen Infektion nach Osteosynthesen
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1977

49. SCHENK, R.K.:
Besonderheiten des kindlichen Skeletts im Hinblick auf die Frakturheilung
Langenbecks Arch. Chir. 342, (Kongreßbericht 1976), 269, 1976

50. SCHENK, R.K.:
Die Histologie der primären Knochenbruchheilung im Lichte neuer Konzeptionen über den Knochenumbau
Unfallheilkunde 81, 219 - 227, 1978

51. SCHLACHETZKI, J.:
Entfernung des Osteosynthesematerials bei Infektion der Fraktur
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1977

52. SCHNEIDER, L., MÜLLER, K.H.:
Septische Komplikationen nach Osteosynthesen an der oberen Extremität
Therapie Woche 27, 8512, 1977

53. SCHWEIBERER, L.:
Behandlungsmaßnahmen bei der akuten posttraumatischen Knocheninfektion
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1977

54. SCHWEIBERER, L.:
Infektion nach Marknagelung
Der Chirurg, 44, 12, 542 - 548, 1973

55. SCHWEIBERER, L.:
Nekrosepseudarthrose
Unfallheilkunde 81, 228 - 237, 1978

56. SCHWEIKERT, C.H.:
Die offene Schaftfraktur
Therapie Woche 20/26, 1310, 1970

57. STADLER, J.:
Chirurgische Versorgung schwerer Unterschenkel- und Sprunggelenksfrakturen
Therapie Woche 27, 9182, 1977

58. TERBRÜGGEN, D., MÜLLER, J., RUETSCH, H.:
Frakturen nach Tibiaschaftosteosynthesen
Unfallheilkunde 119, 122 - 125, 1974

59. VOORHOEVE, A.:
Behandlung offener Unterschenkelfrakturen
chir. praxis 18, 91 - 101, 1974

60. WAHLIG, H., DINGELDEIN, E. BERGMANN, R., REUSS, K.:
Experimentelle und pharmakokinetische Untersuchungen mit Gentamycin-PMMA-Kugeln
Zbl. Chirurgie 104, 923, 1979

61. WEBER, B.G., BRUNNER, Ch., FREULER, F.:
Die Frakturbehandlung bei Kindern und Jugendlichen
Springer Berlin - Heidelberg - New York, 1978

62. WEBER, B.G., ČECH, O.:
Pseudarthrosen
Hans Huber, Bern - Stuttgart - Wien, 1973

63. WELLER, S., RENNE, J.:
Grundsätzliche Fehler und Komplikationsmöglichkeiten der Marknagelung
Der Chirurg 44, 12, 533 - 538, 1973

64. WEIGERT, M., THOMA, J.:
Wahl des operativen Verfahrens in Relation zu Frakturtyp und Lokalisation beim Unterschenkelschaftbruch
Unfallheilkunde 129, 416 - 418, 1977

65. WEHNER, W., ARZINGER, H., RÜDEBERGER, J.:
Die Küntscher-Nagelung der Unterschenkelfraktur
chir. praxis 15, 427, 1971

66. WIEDENER, U., FREULER, F., BIANCHINI, D.:
Gipsfibel 2
Springer, Berlin - Heidelberg - New York, 1976

67. WILLENEGGER, H., LEDERMANN, M., WAHL, H.G., PLAAS, U.:
Über das Wesen der Spüldrainage
in: HIERHOLZER, G., REHN, J.: Die posttraumatische Osteomyelitis
Schattauer, Stuttgart - New York, 1977

68. ZWANK, L., ALTHERR, W., SCHWEIBERER, L.:
Infektionen bei geschlossenen und offenen Unterschenkelfrakturen sowie Unterschenkelrevaskularisationen und Replantationen
Therapie Woche, 30, 52, 8686 - 8690, 1980

Herrn Prof. Dr. F. K. Holle verdanke ich die Überlassung des Themas dieser Arbeit.

Herrn Dr. E. Wischhöfer sei an dieser Stelle für seine stete Hilfe und sein freundliches Verständnis herzlich gedankt.

Lebenslauf

Am 17. 10. 1955 wurde ich, Sigrid Lechner, als zweites Kind des Studiendirektors i.R. Herbert Nowack und seiner Frau Hanna, geb. Knuths, in Soest geboren.

Von 1962 bis 1966 besuchte ich die Volksschule in Soest, von 1966 bis 1974 das Archigymnasium in Soest. Nach dem Abitur am 10. 6. 1974 studierte ich im WS 1974/75 Medizin in Regensburg, ab dem SS 1975 in München an der LMU. Ab dem SS 1976 studierte ich parallel Zahnmedizin.

Meine Prüfungen:

27. 08. 1976	Ärztliche Vorprüfung
26. 08. 1977	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
21. 03. 1978	Zahnärztliche Vorprüfung
14. 03. 1980	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
07. 04. 1981	Schriftlicher Teil des Dritten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung
28. 04. 1981	Mündlicher Teil des Dritten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung

Am 13. 5. 1981 erhielt ich die ärztliche Approbation.

Seit dem 11. 7. 1980 bin ich mit Herrn Dr. Wolfgang Lechner, geb. 10. 8. 1949, verheiratet.

Zur Zeit studiere ich Zahnmedizin an der LMU, wo ich im Herbst diesen Jahres mein Staatsexamen ablegen werde.